4e Année. — N° 1. *(Trimestriel)* Janvier-Février-Mars 1954

RÊPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE B

ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

GÉNÉTIQUE - SÉLECTION - ÉCOLOGIE
TECHNIQUES CULTURALES

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler – Paris

LES ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

L'attention des lecteurs des Annales de l'Institut national de la Recherche agronomique est appelée sur la réorganisation de cette publication qui a été achevée au cours de l'année 1952.

Les travaux effectués dans les stations et laboratoires de l'Institut national de la Recherche agronomique peuvent être classés dans onze disciplines ou groupes de recherches : Étude des sols et fertilisation — Bioclimatologie — Physiologie végétale — Génétique végétale — Pathologie végétale — Zoologie agricole — Physiologie appliquée à l'élevage — Nutrition et alimentation du bétail — Élevage et génétique animale — Technologie des produits animaux — Technologie des produits végétaux.

Aussi l'Institut national de la Recherche agronomique a-t-il décidé en 1950 de remplacer ses anciennes publications, dont certaines avaient dû cesser de paraître en raison des circonstances, par un périodique homogène couvrant l'ensemble de ses travaux : LES ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE.

Pour la commodité des lecteurs, les Annales ont été divisées en cinq séries, de périodicité différente, concernant chacune un secteur de recherches, auxquelles on peut s'abonner ensemble ou séparément :

Série « A » : ANNALES AGRONOMIQUES — Science du sol, Fertilisation, Bioclimatologie, Physiologie végétale (couverture blanche) — Cette série, dont le premier numéro a paru en janvier 1950, succède aux Annales agronomiques fondées en 1875 par Dehérain. Elle comporte six fascicules par an.

Série « B » : ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES — Génétique, Sélection, Techniques culturales (couverture verte) — Cette série succède aux anciennes Annales de Phytogénétique interrompues depuis 1940. Le 1er numéro a paru en janvier 1951 (tous les numéros parus sont encore disponibles). Elle comporte 4 fascicules par an.

Série « C » : ANNALES DES ÉPIPHYTIES — Pathologie végétale, Zoologie agricole, Phytopharmacie (couverture rouge) — Cette série succède aux anciennes Annales des Épiphyties dont la parution a été suspendue pendant l'année 1949.

Le 1er numéro a paru en janvier 1950. Tous les numéros parus sont disponibles à l'exclusion des numéros 1 et 2 de l'année 1950 qui sont épuisés. Cette série comporte 4 fascicules par an.

Série « D » : ANNALES DE ZOOTECHNIE — Physiologie animale, Nutrition et alimentation, Génétique et sélection, Élevage (couverture jaune) — Série entièrement nouvelle; le n° 1 a paru en 1952. Elle comporte 4 fascicules. Les 4 fascicules 1952 sont actuellement disponibles.

Série « E » : ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE — Conservation et transformation des produits agricoles (couverture grise) — Cette série succède aux Annales de Technologie interrompues depuis 1940. Les trois premiers numéros, qui sont encore disponibles, ont paru en 1952. Depuis 1953, cette série comporte 4 fascicules.

ANNALES
DE
L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

RÊPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
I. N. R. A.
Station d'Angers
BIBLIOTHÈQUE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE B

ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

GÉNÉTIQUE - SÉLECTION - ÉCOLOGIE
TECHNIQUES CULTURALES

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler – Paris

ÉTUDE DE L'HÉRÉDITÉ DE LA BIGARRURE DE LA FLEUR CHEZ LA LUZERNE

PAR

Y. DEMARLY

Station Centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes (Versailles).

I. — INTRODUCTION

La fleur des luzernes cultivées présente des teintes très variées. On peut cependant distinguer les grands types de coloration suivants :

— Fleurs blanches,

— Fleurs jaunes,

— Fleurs violettes.

Dans les types à fleurs jaunes et à fleurs violettes, les teintes ont des intensités variables.

La coloration jaune est due à la présence de pigments flavoniques et la coloration violette à celle de pigments anthocyaniques.

Ces deux types de pigments ont une forte analogie chimique : les pigments oxyflavoniques résultent de la combinaison d'un oxyflavonol (composé phénolique comprenant un groupement pyrone) avec un sucre.

De nombreux biologistes et chimistes ont montré que les pigments anthocyaniques se formaient à partir des flavones par une réaction d'oxydo-réduction.

Les fleurs jaunes ne diffèrent alors des fleurs violettes que par un arrêt au stade flavone dans la chaîne de formation de l'anthocyane. Cet arrêt pourrait avoir des causes physiologiques très diverses dont les plus probables seraient :

absence du système oxydo-réducteur,

métabolismes différents de l'azote, du phosphore, du calcium ou du potassium,

mode de nutrition différent amenant, par exemple, une consommation du pigment à mesure qu'il se produit (JONESCO),

influence de la lumière ou influence de la température...

Tous ces facteurs, en effet, interviennent dans la formation de l'anthocyane.

Ces pigments flavoniques et anthocyaniques sont, chez la luzerne, fixés sur des supports différents : alors que les flavones sont portés par

des chromoplastes, les pigments anthocyaniques sont en solution dans le suc cellulaire.

Il arrive fréquemment qu'au cours de l'épanouissement d'une fleur de luzerne, la teinte franchement violette du bouton passe à un violet bleu et même à un bleu vert lorsque la fleur est bien épanouie. Le résultat de ce phénomène est désigné sous le nom de bigarrure.

Quelques études biochimiques ont tenté d'expliquer cette évolution de la teinte. D'après SINSKAYA une modification du pH cellulaire diminuerait l'intensité de la coloration violette et déterminerait l'apparition de la bigarrure. In vitro l'augmentation de l'acidité des pétales n'a entraîné qu'une évolution vers le rouge vif, des pigments anthocyaniques.

Il se peut simplement que les chromoplastes cessent à un stade donné du développement floral, de former le pigment anthocyanique ; la teinte violette se diluerait petit à petit par migration du suc cellulaire, ou par consommation de l'anthocyane, et la teinte jaune des flavones s'extérioriserait.

II. — ÉTUDE DE LA BIGARRURE

L'étude génétique de la bigarrure montre que ce caractère est héréditaire. Le milieu influe sur sa vitesse et sa netteté d'expression, mais, pour une plante donnée, toutes les fleurs sont ou ne sont pas bigarrées et la présence ou l'absence de ce caractère est constante d'une année à l'autre. De plus, on peut fixer par une série d'autofécondations, des lignées, pour le caractère fleurs bigarrées.

A. — Matériel

A la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles, des lignées de luzernes, d'origine flamande pour la plupart, ont été autofécondées depuis 1946 et dans leur descendance la teinte des fleurs et la présence de plantes bigarrées ont été notées chaque année. Un certain nombre de familles était en disjonction ce qui a permis l'interprétation génétique de la bigarrure.

Le nombre des descendants par lignées est très variable, mais souvent assez faible. Cet inconvénient est partiellement compensé par le nombre important de lignées sur lesquelles a porté ce travail.

TABLEAU I

Nombre d'années d'auto-fécondation dans les lignées.....	1	2	3	4	Total
Nombre de lignées	10	23	27	21	81

L'hypothèse du mode de transmission de la bigarrure avait été émise après l'étude de 57 descendances en 1952. Les génotypes affectés aux plantes-mères permettaient de prévoir les proportions de plantes bigarrées. Les observations faites pendant l'été 1953 ont pleinement confirmé les hypothèses de 1952.

Le tableau VII donne l'ensemble des disjonctions observées au cours des différentes années.

B. — Génétique de la luzerne

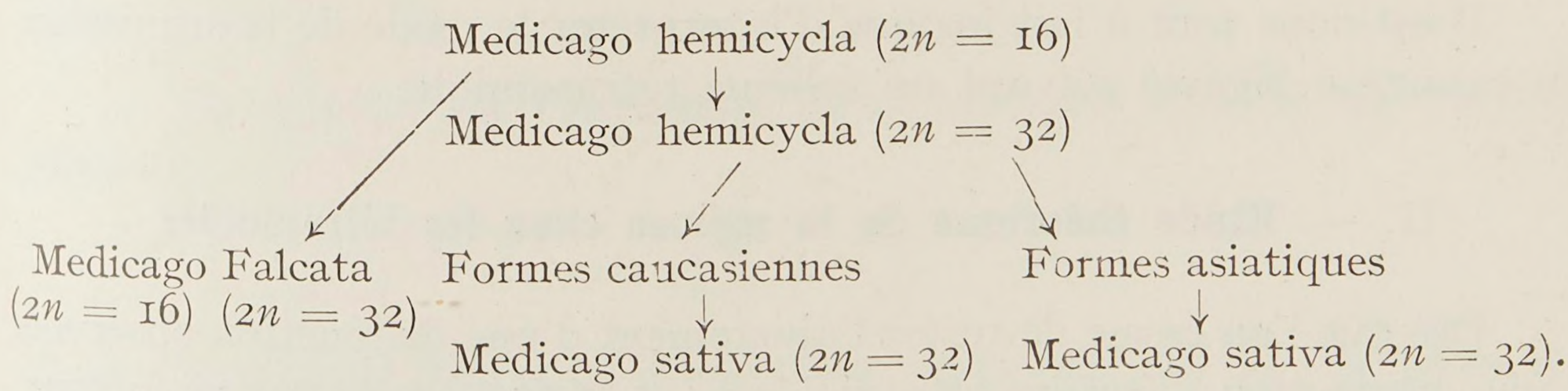
I. — Possibilités d'interprétation.

Les divers essais d'interprétation diploïde simple n'ont pas donné de résultats valables pour la totalité des disjonctions. On est donc amené à envisager pour ce caractère une hérédité tétraploïde.

En effet, si de nombreux auteurs et en particulier ATWOOD et GRUN ont expliqué la transmission de plusieurs caractères par une hérédité diploïde, il n'en reste pas moins vrai que, cytologiquement, la luzerne montre un comportement tétraploïde indiscutable. Il faudrait donc admettre que la luzerne cultivée (*Medicago sativa* 2n = 32) est partiellement autotétraploïde.

D'après SINSKAYA, *Medicago sativa* dériverait de types caucasiens et asiatiques de *Medicago hemicycla* à 32 chromosomes, qui eux-mêmes proviendraient d'une forme ancienne de *Medicago hemicycla* à 2n = 16. Cette forme ancestrale a donné parallèlement naissance à *Medicago falcata*.

Schéma de SINSKAYA, simplifié.



Or *Medicago Falcata* et *Medicago Sativa* ont des génomes très voisins : les appariements méiotiques chez les hybrides (*Sativa* × *falcata*) se font régulièrement.

En outre, LESINS, par l'étude d'embryons triples donnant des plantes haploïdes, et BOLTON et GREENSHIELDS par l'étude de la morphologie chromosomique, ont montré que les génomes de *Medicago sativa* à 32 chromosomes sont très peu différents entre eux sinon identiques.

En 1951, ATWOOD et GRUN qualifiaient *Medicago sativa* d' « allopolyploïde segmentaire » pour les raisons suivantes :

Présence de nombreux caractères se transmettant suivant un mode diploïde.

Possibilité pour d'autres caractères de se transmettre de façon tétrasomique.

Basse fréquence d'associations multivalentes à la méiose.

Les interprétations diploïdes pourraient venir de disjonctions observées pendant un nombre trop faible de générations.

Pour certains types d'hérédité un tétraploïde et un diploïde se disjoignent de la même manière jusque la F2.

La faible fréquence de multivalents observés à la méiose chez la luzerne, par rapport à celle que l'on rencontre chez des tétraploïdes indiscutables, pourrait par contre, venir à l'appui de l'hypothèse d'une allopolyploïdie partielle.

TABLEAU II

	Nombre de chromosomes	Nombre moyen de tétravalents par cellule
Medicago sativa	32	0,62
Hordeum (tétraploïde par colchicine)	56	3,70 — 4,25
Secale (tétraploïde par colchicine)	56	3,88
Arrhenatherum elatius	28	4 à 7
Tradescantia	24	3,4
Alopecurus miosuroïdes	28	4
Solanum lycopersicum	48	4,9

Bien que le faible nombre de tétravalents puisse avoir des causes multiples, nous admettrons jusqu'à preuve du contraire que la luzerne est partiellement autopolyploïde.

Il est donc tout à fait logique d'interpréter le mode de transmission du caractère bigarré suivant un schéma tétrasomique.

II. — **Etude théorique de la méiose chez les tétraploïdes**

Dès que l'on essaie de tester l'ajustement d'une disjonction observée à une disjonction théorique tétraploïde on se trouve arrêté par un facteur qui n'intervient pas chez les diploïdes : la position du gène sur le chromosome.

Chez un diploïde en effet au cours d'une méiose normale, les deux allèles sur chaque chromatide sœur, au stade diplotène de la métaphase I ne peuvent jamais atteindre le même gamète.

Mais chez les tétraploïdes, ce cas peut se produire à la suite d'une double réduction comme le montre le schéma suivant :

Soit au zygotène les 4 allèles 1 2 3 4 d'un autotétraploïde.
Au diplotène nous aurons 8 chromatides portant les allèles

1 1 2 2 3 3 4 4

Dès ce moment, trois cas peuvent se présenter :

1° La métaphase I se termine sans crossing-over entre l'allèle et le centromère. La première division est réductionnelle.

2° Il s'est fait un crossing-over entre le gène et le centromère. Les centromères des chromosomes portant le même allèle vont à des pôles différents à l'anaphase I. La première division est équationnelle.

3° Il s'est fait un crossing-over entre le gène et le centromère, mais par suite d'une non-disjonction à la première division, les centromères des chromosomes portant le même allèle vont au même pôle à l'anaphase I (division équationnelle suivie de double-réduction).

Nous pouvons, comme l'a fait MATHER, appeler *e* la fréquence moyenne de séparation équationnelle et *a* la fréquence moyenne de non disjonction à la première division.

Le 1er cas se présente avec la fréquence 1-*e*
Le 2e cas se présente avec la fréquence *e* (1-*a*)
Le 3e cas se présente avec la fréquence *ea*
Dans la suite nous appellerons α ou α' le produit $e \times a$.

Si nous reprenons maintenant nos 8 chromatides au diplotène, nous pouvons schématiser comme suit les différents gamètes qu'elles peuvent donner.

1° Dans le 1er cas l'Anaphase I donnera :

1-1	3-3		ou		1-1	2-2		ou		1-1	2-2
2-2	4-4				3-3	4-4				4-4	3-3

qui dans la seconde partie de la méiose donneront les six types de gamètes suivant avec la même fréquence.

1-2 1-3 1-4 3-4 2-4 2-3

2° Dans le 2e cas, l'Anaphase de la première division est du type suivant :

1-2	1-2
3-4	3-4

ce qui, pendant la mitose homéotypique, nous rend les six types de gamètes précédents.

3° Dans le 3e cas, les centromères portant les mêmes allèles sont au même pôle.

L'Anaphase I donne alors :

1-2	3-4		ou		1-3	2-4		ou		1-4	2-3
1-2	3-4				1-3	2-4				1-4	2-3

Ce qui donne les gamètes suivants avec les fréquences.

Tableau III

Fréquences	1/3	1/3	1/3
1/4	1-1 3-4 2-2 3-4	1-1 2-4 3-3 2-4	1-1 2-3 4-4 2-3
1/4	1-1 3-3 2-2 4-4	1-1 2-2 3-3 4-4	1-1 3-3 4-4 2-2
1/4	1-2 3-3 1-2 4-4	1-3 2-2 1-3 4-4	1-4 2-2 1-4 3-3
1/4	1-2 3-4 1-2 3-4	1-3 2-4 1-3 2-4	1-4 2-3 1-4 2-3

Cette étude nous permet de suivre la formation des gamètes des différents génotypes.

Tableau IV

Types de gamètes formés pour les plantes de divers génotypes.

Type de disjonction méïotique	Division réductionnelle	Division équationnelle	Division équationnelle + double réduction
Probabilité de la disjonction	1 — e	e(1 — a)	ea
	1 — α		α
Génotype de la plante-mère			
AAAa	$\frac{1}{2}$ Aa	$\frac{1}{2}$ AA	$\frac{1}{8}$ aa $\frac{5}{8}$ AA $\frac{2}{8}$ Aa
AAaa	$\frac{1}{6}$ AA $\frac{4}{6}$ Aa	$\frac{1}{6}$ aa	$\frac{1}{3}$ AA $\frac{1}{3}$ Aa $\frac{1}{3}$ aa
Aaaa	$\frac{1}{2}$ Aa	$\frac{1}{2}$ aa	$\frac{1}{8}$ AA $\frac{2}{8}$ Aa $\frac{5}{8}$ aa

Nous pouvons tirer du tableau IV les types des gamètes et leur fréquence pour chaque génotype des plantes mères. Il suffit pour cela d'effectuer la somme des fréquences des gamètes de même type.

Un triplex AAA*a* donne les gamètes :	AA	A*a*	*aa*
dans les proportions	$4 + \alpha$	$4 - 2\alpha$	α
Un duplex AA*aa* donne :	AA	A*a*	*aa*
dans les proportions	$1 + \alpha$	$4 - 2\alpha$	$1 + \alpha$
Un simplex A*aaa* donne :	AA	A*a*	*aa*
dans les proportions	*a*	$4 - 2\alpha$	$4 + \alpha$

Ces proportions gamétiques en fonction de α prennent des valeurs simples dans les deux cas particuliers suivants :

1° S'il n'y a pas de crossing-over entre le gène et le centromère : on fait alors $\alpha = 0$.

2° Si l'appariement des chromatides se fait entièrement au hasard : les proportions gamétiques se calculent alors simplement par le calcul des probabilités dans le cas d'un tirage exhaustif.

(Ceci correspond, comme l'a montré MYERS, à une valeur de $\alpha = \frac{2}{7}$).

III. — **Disjonctions des descendances de plantes autofécondées**

Les proportions des divers génotypes dans la descendance en autofécondation des plantes-mères des divers génotypes s'obtiennent en élevant au carré les distributions gamétiques.

Nous ne les reprendrons que dans les deux cas particuliers précédents. Ceci nous donne alors le tableau V (Publié par MYERS dans *Journ. Am. Soc. Agr.* XXXIII, 10, 893-900, 1941).

TABLEAU V

Produits gamétiques attendus et comportement en autofécondation de divers types tétraploïdes (d'après MYERS).

	Génotype du parent	Gamètes du parent	Descendance en autofécondation	
Pas de C. O entre le gène et le centromère	AAAA	AA	A_4	
	AAAa	1 AA 1 Aa	1 A_4 2 A_3 1 A_2	
	AAaa	1 AA 4 Aa 1 aa	1 A_4 8 A_3 12 A_2 8 A_1 1 A_0	35 — 1
	Aaaa	1 Aa 1 aa	1 A_2 2 A_1 1 A_0	3 — 1
	aaaa	aa	A_0	
Appariements chromatidiques au hasard	AAAA	AA	A_4	
	AAAa	15 AA 12 Aa 1 aa	225 A_4 360 A_3 174 A_2 24 A_1 1 A_0	783 — 1
	AAaa	6 AA 16 Aa 6 aa	1,00 A_4 5,33 A_3 9,11 A_2 5,33 A_1 1,00 A_0	20,78 — 1
	Aaaa	1 AA 12 Aa 15 aa	1 A_4 24 A_3 174 A_2 360 A_1 225 A_0	2,48 — 1
	aaaa	aa	A_0	

Il est bien entendu que le nombre de gènes liés au centromère si étroitement qu'aucun crossing-over ne puisse les en séparer, est assez faible.

La majeure partie des gènes est, ou partiellement liée au centromère, ou indépendante du centromère. SANSOME et PHILIP ont établi que la distance au centromère devait être d'au moins 50 centimorgans pour permettre un appariement au hasard des chromatides.

L'étude de disjonction chez les autotétraploïdes comprend donc les stades suivants :

Calcul des disjonctions théoriques dans le cas de gènes liés au centromère.

Calcul des disjonctions théoriques dans le cas d'indépendance avec le centromère.

Calcul de l'ajustement des disjonctions observées à l'une des deux distributions précédentes.

Calcul d'un ajustement meilleur par la méthode du maximum de vraisemblance.

Ces différents points seront ici successivement envisagés.

C. — Interprétation génétique de la bigarrure

1° Disjonctions théoriques et Disjonctions observées

Les disjonctions données dans le tableau V pour les ségrégations d'un seul gène à l'état dominant ne peuvent permettre d'interpréter les disjonctions observées pour la bigarrure.

On est donc amené à envisager les disjonctions théoriques de deux facteurs, U et B, indépendants l'un de l'autre.

U entraîne une coloration uniforme non bigarrée de la fleur, à l'état dominant.

B conditionne, à l'état dominant, l'apparition de la bigarrure.

B est épistatique sur U à égalité de dosage, c'est-à-dire que les génotypes $U_1\,B_1$, $U_2\,B_2$, $U_3\,B_3$, $U_4\,B_4$ sont ceux de plantes bigarrées. Par ailleurs, $U_0\,B_0$ est à coloration uniforme.

1° Dans le cas où les deux gènes sont étroitement liés au centromère, les disjonctions obtenues ne peuvent s'ajuster aux disjonctions théoriques.

Nous devons donc rejeter cette hypothèse.

2° Envisageons par contre le cas où les deux gènes sont indépendants du centromère avec appariement chromatidique au hasard. Si les plantes birécessives sont de phénotype non bigarré, les proportions théoriques des deux phénotypes sont les suivantes (le 1er des deux chiffres représentant les plantes non bigarrées).

Tableau VI

	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4
U_0	∞ — o	1 — 2,48	1 — 20,77	1 — 783	o — ∞
U_1	∞ — o	1 — 1,15	1 — 5,03	1 — 72,6	o — ∞
U_2	∞ — o	2,235 — 1	1 — 1,74	1 — 8,11	o — ∞
U_3	∞ — o	9,37 — 1	2,1 — 1	1 — 2,03	o — ∞
U_4	∞ — o	783 — 1	20,8 — 1	2,71 — 1	o — ∞

Non Bigarrées ← Plantes → Bigarrées mères

Les probabilités d'ajustement estimées à l'aide du test X^2 lorsque les effectifs sont suffisants ou directement par la formule $P_K = C_n^K p^K q^{(n-K)}$ dans les autres cas, permettent de considérer les hypothèses qui ont été faites comme vraisemblables en montrant que les écarts entre effectifs observés et calculés peuvent être dus au seul hasard (voir tableau VII).

Remarques. — A certaines plantes-mères on peut attribuer plusieurs génotypes probables. Les génotypes écrits en italique sont ceux pour lesquels il n'y a pas ambiguïté. Les tests d'ajustement ont toujours été faits avec le génotype le plus probable.

NB = non bigarré
B = bigarré

2° Essai d'un ajustement meilleur

Bien que l'hypothèse de deux gènes indépendants du centromère soit tout à fait vraisemblable, nous allons rechercher maintenant un ajustement meilleur en précisant la valeur du coefficient α.

Pour ces calculs nous n'utiliserons que les groupes dont la descendance compte un effectif d'au moins 200 plantes et dont le génotype n'est pas douteux (génotypes soulignés).

Nous pouvons donc retenir les groupes suivants :

	NB	B
U_3B_1	398	35
U_3B_3	125	57
U_4B_2	520	19

Il est très probable que le coefficient α du gène B est différent du coefficient α' du gène U ; il y a une très faible probabilité pour que ces deux gènes se trouvent à la même distance du centromère et sur des chromosomes ayant des comportements identiques.

Tableau VII

Disjonctions et Ajustement

	Phénotype de plantes mères	Effectifs observés dans la descendance NB	Effectifs observés dans la descendance B	Génotype de la plante-mère	Effectifs théoriques NB	Effectifs théoriques B	Test et probabilité : X = critère de Pearson B = loi Binomiale
Famille 15 :							
15	NB	48	1	U_4B_2	46,75	2,25	B P = 0,242
➢ 15–48	NB	14	0	U_4B_{1-2}	31,36	0,6	B P = 0,64
➢ 15–53	NB	23	0	U_4B_{1-2}	21,95	1,05	B P = 0,34
➢ 15–32	NB	31	1	U_4B_2	30,53	1,47	B P = 0,30
➢ 15–32–7	NB	12	0	U_4B_{2-1}	11,45	0,55	B P = 0,57
➢ 15–32–7–12	NB	20	1	U_4B_2	20,04	0,96	B P = 0,38
Famille 44 :							
44	NB	64	2	U_3B_1	59,65	6,35	B P = 0,03
➢ 44–6	NB	57	11	U_3B_1	61,5	6,5	X^2 = 2,35 P = 0,14
➢ 44–6–24	B	10	18	U_2B_2	10,2	17,8	X^2 = 0,01 P # 0,90
➢ 44–6–70	B	0	11	U_2B_{3-4}	1,2	9,8	B P = 0,28
➢ 44–6–100	NB	65	0	$U_{1-2-3}B_0$	65	0	B
➢ 44–6–108	NB	49	0	$U_{1-2-3}B_0$	49	0	B
➢ 44–71	NB	6	1	U_3B_1	6,33	0,67	B P = 0,366
➢ 44–71–14	B	6	56	U_2B_3	6,8	55,2	X^2 = 0,023 P # 0,70
➢ 44–74	NB	18	10	U_3B_2	19	9	X^2 = 0,18 P # 0,30
➢ 44–74–24	B	14	20	U_3B_3	14	28	X^2 = 0
➢ 44–74–24–12	B	0	13	U_1B_{3-4}	0,17	12,83	B P = 0,83
➢ 44–74–24–51	NB	86	10	U_3B_1	86,8	9,2	X^2 = 0,08 P = 0,80
➢ 44–74–41	B	5	14	U_3B_3	6,3	12,7	X^2 = 0,46 P = 0,50
• 44–74–41–4	B	76	157	U_3B_3	77,6	155,4	X^2 = 0,044 P = 0,80
➢ 44–74–41–22	B	8	161	U_0B_2	7,8	161,2	X^2 = 0,005 P > 0,90
Famille 20 :							
20	NB	55	0	U_4B_{1-2}	54,93	0,07	B P = 0,88
➢ 20–15	NB	15,1	1	U_4B_2	15,27	0,73	B P = 0,34
➢ 20–15–1	NB	21	5	U_4B_3	19	7	X^2 = 0,99 P = 0,30
➢ 20–15–16	NB	22	0	U_4B_{2-1}	20,99	1,01	B P = 0,35
➢ 20–15–11	NB	10	0	U_4B_{2-1}	9,54	0,46	B P = 0,63
➢ 20–15–11–3	NB	4	1	U_4B_3	3,65	1,35	B P = 0,36
➢ 20–15–12–1	B	8	4	U_4B_3	9,76	3,24	B P = 0,21
Famille 95 :							
95	B	10	40	U_1B_2	8,3	41,7	X^2 = 0,35 P = 0,55
➢ 95–2	B	0	13	U_1B_{3-2-1}	0,18	12,82	B P = 0,83
➢ 95–2–3	B	2	22	U_2B_3	2,6	21,4	B P = 0,26
➢ 95–2–5	B	6	9	U_2B_2	6,2	8,8	X^2 = 0,075 P # 0,80
Famille 98 :							
98	NB	10	1	U_4B_3	8,04	2,96	B P = 0,32
➢ 98-6	NB	12	0	U_4B_{2-1}	11,45	0,55	B P = 0,51
➢ 98–6–3	NB	18	0	U_4B_{2-1}	17,17	0,83	B P = 0,43
➢ 98–6–9	NB	13	0	U_4B_{1-2}	12,4	0,6	B P = 0,54
➢ 98–6–9–1	NB	11	0	U_4B_{2-1}	10,49	0,51	B P = 0,60
➢ 98–2	NB	39	1	U_4B_2	38,16	1,84	B P = 0,27

TABLEAU VII (*suite*)

	Phénotype de plantes mères	Effectifs observés dans la descendance		Génotype de la plante-mère	Effectifs théoriques		Test et probabilité : X = critère de Pearson B = loi Binomiale
		NB	B		NB	B	
Famille 100 :							
100	NB	13	4	U_2B_1	11,75	5,25	B P = 0,18
➢ 100–8	NB	12	1	U_3B_1	11,74	1,26	B P = 0,33
➢ 100–8–8	NB	20	0	U_4B_{1-0-2}	19,74	0,25	B P = 0,95
➢ 100–11	B	6	10	U_2B_2	5,8	10,2	X^2 = 0,014 P = 0,90
➢ 100–11–15	B	0	4	$U_{2-0-3-4}B_3$	0,45	3,55	B P = 0,50
➢ 100–15	NB	19	0	U_4B_{1-2}	18,98	0,02	B P = 0,95
Famille 165 :							
165	NB	13	0	U_3B_1	12,87	0,13	B P = 0,27
➢ 165–18	NB	11	0	U_3B_1	9,94	1,06	B P = 0,30
➢ 165–18–4	NB	23	2	U_3B_1	22,58	2,42	B P = 0,27
➢ 165–18–4–13	B	1	7	U_2B_3 ou U_1B_2	0,88	7,12	B P = 0,39
Famille 113 :							
113	NB	51	22	U_2B_1	50,4	22,6	X^2 = 0,027 P = 0,90
➢ 113–39	NB	14	5	U_2B_1	13,1	0,9	X^2 = 0,24 P = 0,60
➢ 113–39–2	NB	4	0	U_3B_{1-0}	3,85	0,15	B P > 0,50
➢ 113–62	NB	12	2	U_3B_1	12,65	0,22	B P = 0,22
➢ 113–62–22	B	6	12	U_3B_3	6	12	X^2 = 0
Famille 112 :							
112	NB	85	0	U_4B_1	84,89	0,11	B P = 0,70
➢ 112–46	NB	7	0	U_4B_{2-1}	6,68	0,32	B P = 0,72
➢ 112–46–8	NB	6	0	U_4B_{2-1}	6,73	0,27	B P = 0,16
➢ 112–46–9	NB	49	5	U_4B_2	51,5	2,48	X^2 = 1,38 P = 0,25
➢ 112–46–9–19	NB	288	0	U_4B_{1-0}	287,63	0,37	B P = 0,50
➢ 112–46–9–32	NB	650	0	U_4B_{1-0}	649,17	0,83	B P = 0,22
➢ 112–46–10	NB	28	0	U_4B_{2-1}	26,72	1,28	B P = 0,27
➢ 112–52	NB	12	0	U_4B_{2-0-1}	11,45	0,55	B P = 0,57
➢ 112–52–4	NB	20	0	U_4B_{2-0-1}	19,08	0,92	B P = 0,40
➢ 112–81	NB	12	0	U_4B_{2-0-1}	11,45	0,55	B P = 0,57
➢ 112–81–11	NB	19	0	U_4B_{2-0-1}	18,13	0,87	B P = 0,41
➢ 112–84	NB	14	1	U_4B_2	13,31	0,69	B P = 0,33
Famille 110 :							
110	NB	30	0	U_3B_1	27,10	2,90	B P = 0,48
➢ 110–10	NB	16	3	U_3B_1	17,14	1,86	B P = 0,43
➢ 110–10–30	NB	13	1	U_3B_1	12,65	1,35	B P = 0,36
➢ 110–10–30–2	B	24	46	U_3B_3	22	48	X^2 = 0,30 P # 0,60
➢ 110–10–30–12	NB	50	0	U_4B_{1-0}	49,36	0,64	B P = 0,84
➢ 110–22	NB	13	0	$U_{3-2-1}B_1$	11,75	1,25	B P = 0,27
➢ 110–34	NB	3	0	$U_{3-4}B_{1-2}$	2,71	0,29	B P > 0,50
➢ 110–34–1	NB	40	1	U_3B_1	37,04	3,96	B P = 0,062
➢ 110–34–1–9	NB	15	1	U_3B_1	14,45	1,55	B P > 0,36
➢ 110–34–1–23	NB	225	5	U_4B_2	219,5	10,5	X^2 = 3,5 P > 0,05
➢ 110–34–1–27	NB	12	0	U_4B_{2-1-0}	11,84	0,16	B P > 0,90
➢ 110–34–1–28	NB	10	0	$U_{3-4}B_{1-0}$	9,03	0,97	B P = 0,36
➢ 110–34–1–33	B	89	89	U_1B_1	87,7*n*	90,3	X^2 = 0,04 P = 0,70
➢ 110–34–1–37	NB	79	3	U_4B_2	78,25	3,75	B P = 0,21
➢ 110–34–1–42	NB	300	0	U_4B_{0-1-2}	299,62	0,38	B P = 0,50

Nous devons donc considérer en premier lieu le cas du gène B puisque nous avons la chance de posséder un groupe de disjonctions issues de U_4B_2 où le facteur U n'est plus en disjonction.

ETUDE DU COEFFICIENT α DU GÈNE B

Dans la descendance des plantes U_4B_2, seules seront de phénotype bigarré les plantes U_4B_4.

La proportion théorique de B_4 dans la descendance d'un duplex est $1 + 2\alpha + \alpha^3$
les autres génotypes représentant $35 - 2\alpha - \alpha^2$.

Le problème qui se pose est ici de déterminer α de façon que la probabilité d'obtenir une disjonction de 520-19 soit maximum.

La méthode du « maximum de vraisemblance » nous permet de résoudre ce problème.

Cette probabilité s'écrit en fonction de α

$$P = \frac{539!}{590!\ 19!}(35 - 2\alpha - \alpha^2)^{520} \quad (1 + 2\alpha + \alpha^2)^{19}$$

P passe par un maximum lorsque la dérivée de log P est nulle c'est-à-dire lorsque

$$\frac{520}{-35 + 2\alpha + \alpha^2} + \frac{13}{1 + 2\alpha + \alpha^2} = 0 \qquad \text{avec} \qquad \alpha \neq 0{,}20.$$

Ce qui donne la valeur de α pour le gène B

$$\alpha = 0{,}127.$$

Cette valeur $\alpha = 0{,}127$ représente le produit *ea* c'est-à-dire qu'elle est une fonction de la distance du centromère et de la disjonction au hasard des quadrivalents.

Pour fixer les idées nous pouvons supposer que pour le chromosome porteur du gène B il se forme régulièrement des quadrivalents et que ces quadrivalents ne présentent pas le phénomène de non-disjonction = la valeur de a est alors $\frac{1}{3}$.

On tire donc

$$e = \frac{0{,}127}{a} = 0{,}381.$$

ce qui donne pour le gène B, la distance au centromère par défaut :

$$0{,}381 \times 50 = \textbf{19,05 centimorgans}$$

Nous pouvons maintenant, en reprenant la valeur de α, calculer la valeur approximative de α' pour le gène U.

L'estimation de α' ne peut être faite qu'à l'aide de la valeur estimée de α puisque nous ne possédons pas encore de lignées fixées pour le gène B.

Nous utiliserons les deux génotypes dont les descendances sont suffisamment vastes.

Prenons tout d'abord :

U_3B_1 qui se disjoint en 398 NB pour 35B. Les effectifs théoriques peuvent être calculés, connaissant α en fonction de α' par le tableau suivant :

TABLEAU VIII

	B_1	B_4	B_3	B_2	B_1	B_0
U_3	Proportions des descendants	α^2	$8\alpha - 4\alpha^2$	$16 - 8\alpha + 6\alpha^2$	$32 - 8\alpha - 4\alpha^2$	$16 + 8\alpha + \alpha^2$
		0,01613	0,9515	15,0808	30,9195	17,0321
U_4	$16 + 8\alpha' + \alpha'^2$					
U_3	$32 - 8\alpha' - 4\alpha'^2$					
U_2	$16 - 8\alpha' + 6\alpha'^2$					
U_1	$8\alpha' - 4\alpha'^2$					
U_0	α'^2					

(Les rectangles couverts de hachures correspondent aux phénotypes non bigarrés.)

On a donc comme effectifs théoriques :

$$\text{Non bigarrés : } 48{,}4676\alpha'^2 - 239{,}7440\alpha' + 3808{,}5136$$
$$\text{Bigarrés : } - \ 48{,}4676\alpha'^2 + 239{,}7440\alpha' + 287{,}4864.$$

La probabilité d'obtenir la disjonction observée à partir de ces effectifs théoriques est donc

$$P = \frac{433\,!}{398\,!\ 35\,!}\,(48{,}4676\alpha'^2 - 239{,}7440\alpha' + 3808{,}5136)^{398}\,(-48{,}4676\alpha'^2 + 239{,}7440\alpha' + 287{,}4864)^{35}.$$

Le maximum de vraisemblance correspondant à P maximum est donné par

$$\frac{398}{48{,}4676\alpha'^2 - 239{,}7440\alpha' + 3808{,}5136} + \frac{35}{48{,}4676\alpha'^2 - 239{,}7440\alpha' + 287{,}4864} \neq 0.$$

D'où la valeur de

$$\alpha' = \mathbf{0{,}189}.$$

L'étude des disjonctions de U_3B_3 doit confirmer cette valeur de α'.

La disjonction observée pour ce phénotype est :

NB	125
B	257

La disjonction théorique peut être calculée de la même façon que pour le génotype U_3B_1.

TABLEAU IX

	B_3	B_4	B_3	B_2	B_1	B_0
U_3	Proportions des descendants	$16 + 8\alpha + \alpha^2$	$32 - 8\alpha - 4\alpha^2$	$16 - 8\alpha + 6\alpha^2$	$8\alpha - 4\alpha^2$	α^2
		17,0321	30,9195	15,0808	0,9515	0,01613
U_4	$16 + 8\alpha' + \alpha'^2$					
U_3	$32 - 8\alpha' - 4\alpha'^2$					
U_2	$16 - 8\alpha' + 6\alpha'^2$					
U_1	$8\alpha' - 4\alpha'^2$					
U_0	α'^2					

Les rectangles couverts de hachures correspondent aux phénotypes non bigarrés.

Les effectifs théoriques sont ici

Non bigarrés : $-11{,}4684\alpha'^2 + 239{,}7440\alpha' + 1280{,}5187$
Bigarrés : $11{,}4684\alpha'^2 - 239{,}7440\alpha' + 2815{,}4813$.

Les calculs du maximum de vraisemblance effectués comme précédemment donnent la valeur de α'

$$\alpha' = 0{,}246,$$

Nous pouvons donc considérer comme valeur du coefficient du gène U la moyenne

$$\alpha' = \frac{\alpha'_1 + \alpha'_2}{2} = \frac{0{,}189 + 0{,}246}{2} = 0{,}2175.$$

Si nous reprenons nos anciennes hypothèses, c'est-à-dire formation régulière de tétravalents et absence de non-disjonction pour ces tétravalents nous pouvons avoir une estimée de la distance au centromère du gène U.

Cette distance se calcule :

$$\alpha' = e \cdot a \qquad e = \frac{0{,}2175}{1/3} = 0{,}6525$$

la distance est donc pour le gène U

$0{,}6525 \times 50 =$ **32,62 centimorgans,** par défaut.

3° Précision obtenue dans les calculs des coefficients.

Nous pouvons calculer les erreurs-standard des trois estimations obtenues :

$$\sigma_\alpha = 3\sqrt{\frac{539 - 19}{(539)^3}} \qquad \sigma_\alpha = 0{,}127$$

$$\sigma_{\alpha'_1}{}^2 = \frac{35 \times 398}{(433)^3} \times \frac{1}{\left(\frac{239 - 96\alpha'_1}{64^2}\right)^2} \qquad \sigma_{\alpha'_1} = 0{,}24$$

$$\sigma_{\alpha'_2}{}^2 = \frac{125 \times 257}{(382)^3} \times \frac{1}{\left(\frac{239 + 23\alpha'_2}{64^2}\right)^2} \qquad \sigma_{\alpha'_2} = 0{,}40.$$

La valeur importante de ces erreurs montre simplement qu'il ne faut considérer les estimations α et α' que comme des valeurs les plus probables.

La précision dépendant des effectifs observés, il serait nécessaire pour des gènes tels que U et B d'observer environ 20 000 plantes issues de l'autofécondation de plantes de même génotype pour obtenir une bonne précision.

Il faut ajouter de plus, que pour un gène donné, la valeur de α n'est pas constante. Suivant la température, le milieu, les composantes de α, c'est-à-dire les fréquences moyennes de séparation équationnelle, ou de non-disjonction, prennent des valeurs différentes.

D. — Conclusion

Les populations naturelles de luzerne se sont formées vraisemblablement à la suite de conditions écologiques particulières. La sélection naturelle a fait disparaître un certain nombre de gènes et a déterminé la fréquence des allèles restants.

Pour la bigarrure, nous pouvons, par exemple, supposer que p est la fréquence de l'allèle U et q celle de l'allèle u, r celle de B, et s celle de b.

La loi de HARDY nous donne alors la constitution des génotypes à l'équilibre

$$p^4U_4 + 4p^3qU_3 + 6p^2q^2U_2 + 4pq^3U_1 + q^4U_0$$

et

$$r^4B_4 + 4r^3sB_3 + 6r^2s^2B_2 + 4rS^3B_1 + S^4B_0.$$

La proportion des phénotypes bigarrés sera alors à l'équilibre :

$$q^4(rs^3 + 6r^2s^2 + 4r^3s + r^4) + q^3 - 4p(rs^3 + 6r^2s^2 + 4r^3s + r^4)$$
$$+ q^2 \cdot 6p^2(6r^2s^2 + 4r^3s + r^4) + q \cdot 4p^3(4r^3s + r^4) + p^4r^4.$$

Le pourcentage de plantes bigarrées dans une population de luzerne représente donc un équilibre stable qui peut caractériser la population. Cet équilibre, par suite de linkage entre gènes, est assez lent à s'établir.

Lors de la création de variétés de luzerne il y a de même à chaque génération un pourcentage défini de plantes bigarrées. Ce pourcentage peut caractériser ici une génération de la variété. L'étude du mode de transmission de la bigarrure montre donc la valeur du caractère « pourcentage de plantes bigarrées » dans le contrôle des luzernes. Elle suggère d'autre part que des précautions sont à prendre lors de la sélection de nouvelles variétés.

BIBLIOGRAPHIE

Atwood (S. S.), Grun (P.). — Cytogenetics of Alfalfa. *Bibl. genet.*, XIV, 133-188, 1951.

Blank (F.). — The Anthocyanin Pigments of Plants. *Bot. Rev.*, XIII, **5**, 241-317, 1947.

Darlington (C. D.). — Recent advances in cytology.

Lesins (K.). — Some Data on the cytogenetics of Alfalfa. *Journ. Hered.*, XLIII, **6**, 287-292, 1952.

Little (T. M.). — Gene segregation in autotetraploïds. *Bot. Rev.*, **11**, 60-80, 1945.

Mather (K.). — Segregation and linkage in autotetraploïds. *Journ. Genet.*, XXXII, **2**, 287-314, 1936.

Myers (W. M.). — Genetical consequences of the chromosomal behaviour in Orchard-Grass, Dactylis glomerata. *J. Ann. Soc. Agr.*, XXXIII, **10**, 893-900, 1941.

Mayer (R.), Vincent (A.) et Ecochard (R.). — Les populations françaises de Luzerne. *An. Amél. Plantes*, **2**, 1951.

Rudorf (W.). — Luzerne-Arten. Handbuch der Pflanzenzüchtung, **3**, 169-252, Paul Parey, 1942.

Stanford (E.). — Tetrasomic inheritance in Alfalfa. *Agr. journ.*, XLIII, **5**, 222-225, 1951.

Sinskaya (E. N.). — Phylogenetic Taxonomy as a basis for genetic and breeding work. Illustrated by Medicago (Preliminary communication). *Zeitsch. Ind. Abst. und Vererbungsl*, **78**, 399-417, 1940.

LE SYSTÈME DE REPRODUCTION DU COLZA. SA SIGNIFICATION DU POINT DE VUE DE LA THÉORIE POLYGÉNIQUE DE L'HÉRÉDITÉ DES CARACTÈRES QUANTITATIFS

PAR

M. RIVES

Station Centrale de Génétique et d'amélioration des Plantes
Versailles.

Le colza est une espèce dont la reproduction se fait pour un tiers par fécondation croisée, et pour deux tiers par autofécondation. Avant d'étudier l'adaptation au colza des méthodes de sélection employées pour les autres espèces, il est bon d'examiner à quel système de reproduction contrôlée il pourrait être soumis.

Une étude empirique de son comportement sous un régime d'autofécondations répétées suffirait, nous le verrons, à motiver l'adoption des méthodes classiques des plantes autogames.

Mais le problème biologique que pose le système de reproduction de cette espèce dans la nature est d'ordre plus général et son étude peut, croyons-nous, mettre en lumière des aspects nouveaux de la notion de système de reproduction.

Il est classique de faire une distinction entre plantes autogames et allogames. Cette distinction est le point de départ des études d'équilibres géniques, en génétique des populations, et conduit à des distinctions fondamentales sur la nature des variétés de plantes cultivées, dans le domaine de l'amélioration des Plantes (BUSTARRET 1944).

L'une et l'autre de ces disciplines posent le système de reproduction comme une donnée de base.

L'originalité de la théorie polygénique de l'hérédité quantitative est précisément d'incorporer le système de reproduction à l'ensemble des phénomènes qu'elle étudie en le considérant comme un caractère de signification certes singulière, mais de nature analogue à celle de tous les autres caractères. Elle étudie en effet l'hérédité des caractères quantitatifs à la lumière de l'évolution sous l'action de la sélection naturelle. Et elle montre comment le système de reproduction, tout en conditionnant l'action de la sélection naturelle, est lui-même une conséquence de cette sélection.

Elle donne semble-t-il une explication satisfaisante du comportement différent des plantes allogames et autogames sous un régime d'autofécondations répétées (effet d' « inbreeding » et hétérosis). Dans la mesure où l'amélioration des plantes n'est qu'une copie de l'évolution par la sélection naturelle, dans un milieu artificiellement créé par le sélectionneur et avec un système de reproduction contrôlé, son interprétation peut donc apporter d'utiles suggestions au praticien. En fait, elle a fourni la base d'une méthode d'étude de la variation en sélection encore imparfaite peut-être, mais dont l'application semble devoir être fructueuse (MATHER, 1949).

LA NOTION DE COMBINAISONS POLYGÉNIQUES ÉQUILIBRÉES

Avant de discuter du système de reproduction du colza, nous essayerons d'esquisser comment la théorie polygénique conduit à la notion de combinaisons polygéniques équilibrées. C'est en effet en raisonnant sur ces combinaisons et en tenant compte de leurs propriétés que nous verrons tout l'intérêt de cette théorie.

Elle se dégage d'un certain nombre d'articles de MATHER et de ses collaborateurs publiées depuis 1941. (MATHER 1941, 1942, WIGAN 1944). Ce sont les résultats d'expériences de sélection pour des caractères quantitatifs, tels que le nombre de soies abdominales, chez la Drosophile qui ont conduit ces auteurs à la notion de combinaisons polygéniques équilibrées. Il n'est pas possible de redécrire ici ces expériences et de reprendre les raisonnements de leurs auteurs et tel n'est d'ailleurs pas notre but. C'est pourquoi nous suivrons dans notre exposé un article qui présente la question sous un aspect plus théorique (MATHER 1943) au risque peut-être d'en faire apparaître la suite de déductions comme un édifice construit dans l'abstrait. Nous croyons cependant que c'est là le meilleur moyen d'en donner un aperçu rapide, notre but étant d'en étudier les conséquences dans le cas particulier du système de reproduction du colza qui nous intéresse.

La nature mendélienne de l'hérédité des caractères quantitatifs a été amplement démontrée depuis les travaux de JOHANNSEN et de NILSSON-EHLE. Les facteurs en jeu sont situés sur les chromosomes puisqu'ils manifestent des relations de linkage (MATHER, 1941). A la différence des gènes majeurs étudiés par la génétique formelle, les gènes qui contrôlent ces caractères ont des actions individuelles faibles, et qu'on peut considérer en première approximation comme additives entre loci, par rapport à la fluctuation due au milieu ; ils sont de plus très nombreux d'où le nom de polygènes qu'on leur donne pour les distinguer des gènes à effets majeurs ou oligogènes.

Dans l'étude des équilibres oligogéniques, on montre que si l'un des allèles d'un gène A, a, qui donne les trois phénotypes AA, Aa et aa, est défavorisé par la sélection naturelle, il disparaît de la population au taux de mutation près.

Si on considère maintenant un caractère quantitatif, résultant de l'action de gènes à effets cumulatifs individuellement faibles, on voit, avec 3 gènes par exemple, que le même phénotype peut être le résultat de plusieurs génotypes différents : par exemple, les génotypes AaBBcc, AABbcc, AaBbcc etc... s'il y a dominance ou AABbCc, AaBBCc, AaBbCC, s'il n'y a pas dominance donnent les mêmes phénotypes. En supposant que les gènes ont des effets égaux et additifs entre loci, on voit que, à mesure que le nombre de gènes envisagés augmente, la réalisation du phénotype qui correspond à l'optimum pour le milieu considéré devient de mieux en mieux possible. D'autre part, si on considère deux phénotypes différents, X résultat des génotypes AAbbCC ou aaBBCC, et Y résultat de AAbbcc ou aaBBcc, on voit, sans faire d'hypothèse sur celui qui est le plus favorisé par la sélection naturelle, que l'allèle A sera favorisé dans certains cas et défavorisé dans d'autres suivant la composition du reste du génotype.

Pour prendre un exemple concret, considérons celui de la couleur du grain de blé. Nilsson-Ehle a montré qu'il existe trois gènes à effets égaux et purement additifs qui conditionnent cette couleur. Si nous imaginons qu'un sélectionneur veut tirer du croisement d'un blé à grain rouge $R_1R_1R_2R_2R_3R_3$ par un blé à grain blanc $r_1r_1r_2r_2r_3r_3$ une lignée ayant un grain de la couleur correspondant à quatre doses de rouge, chacun des génotypes $R_1R_1R_2R_2r_3r_3$, $r_1r_1R_2R_2R_3R_3$, $R_1R_1r_2r_2R_3R_3$ a la même probabilité que chacun des deux autres d'être celui de la lignée pure sélectionnée en définitive. Il est donc impossible de parler ici de l'avantage sélectif d'une allèle sur l'autre et cependant la sélection du phénotype désiré aura été sévère et efficace.

On assiste donc à une double perte de l'individualité des gènes : celle de leur détection individuelle par les méthodes mendéliennes puisque leur action est trop faible pour être mise en évidence, et celle de leur individualité vis-à-vis des forces de sélection.

Malgré cette perte d'individualité, on peut montrer que les polygènes possèdent des caractéristiques de non additivité analogues à celles des oligogènes. Fisher, Immer et Tedin (1932) ont montré que la sélection pour l'expression d'un caractère, en sélectionnant des allèles dominants dans la direction choisie, introduit une dissymétrie dans la courbe de fréquence des phénotypes. Fisher avait d'ailleurs montré que, pour un caractère dont la courbe de fréquence est symétrique, comme la taille chez l'homme, on peut mettre en évidence des phénomènes de domi-

nance. La symétrie de la courbe est due à une fréquence égale des allèles dominants à action opposée.

Les interactions entre loci sont plus difficiles à mettre en évidence. On n'en a pas encore trouvé de preuves incontestables.

L'étude de l'action de la sélection naturelle sur les caractères quantitatifs repose sur trois principes :

La sélection naturelle a prise uniquement sur les phénotypes. Des phénotypes différents à une génération, donneront à la génération suivante des nombres moyens de descendants différents.

Des phénotypes différents présentent dans un milieu donné des adaptations différentes, c'est-à-dire des avantages sélectifs relatifs différents.

La valeur de la régression du phénotype moyen des descendants sur le phénotype moyen des parents est plus ou moins grande suivant l'intensité des facteurs de fluctuation du caractère, mais elle est toujours positive.

En conséquence, la variation des phénotypes entraîne la variation de l'avantage sélectif, donc une variation des fréquences relatives des différents phénotypes à la génération suivante.

Dans une population en équilibre avec le milieu pour un caractère donné, cette variation jouera dans les deux sens de manière statistiquement équivalente : les désavantages sélectifs de deux phénotypes symétriques par rapport à la moyenne qui représente l'optimum pour le milieu considéré sont égaux et en raison directe de leur écart par rapport à cet optimum.

Si le milieu varie, il y aura à la génération suivante une variation phénotypique dans le sens de celle du milieu. Dans le cas d'une évolution continue du milieu le résultat sera l'adaptation à un nouveau milieu ; si la variation du milieu est seulement fluctuante, chaque génération variera dans le sens du milieu avec un retard d'une génération mais sans qu'on puisse parler d'adaptation. Dans les deux cas, il y aura une perte de variabilité par fixation d'allèles à l'état homozygote. En cas de nouvelle variation du milieu, les possibilités d'adaptation seront donc diminuées. Il y a contradiction entre adaptation et adaptabilité.

La sélection n'agit que sur les phénotypes. Or, la variabilité phénotypique ne représente pas toute la variabilité génétique contenue dans l'espèce. En effet, dans le cas d'un gène présentant deux allèles, la variabilité maximale n'est obtenue que si tous les individus sont soit AA, soit aa. On définit dans ce cas une variabilité *totale*. S'il reste des Aa, il reste une certaine quantité de variabilité *potentielle*. La différence entre ces deux variabilités constitue la variabilité *libre*, qui est exprimée dans les phénotypes et c'est sur elle seule que la sélection naturelle a prise. De même avec deux gènes, les homozygotes équilibrés AAbb et aa

BB qui ont un phénotype intermédiaire entre les extrêmes AABB et aabb, représentent de la variabilité potentielle qui sera libérée par croisement et ségrégation de l'hybride.

Il est clair que la variabilité libre conditionne l'adaptation et la variabilité potentielle l'adaptabilité. L'optimum pour une espèce sera donc une faible proportion de variabilité libre et une grande proportion de variabilité potentielle.

Cependant si les gènes en jeu se disjoignent de manière indépendante, la libération de la variabilité, c'est-à-dire son passage d'état potentiel à l'état libre, sera très rapide et, dans la mesure où elle sera suivie de fixation par sélection, réduisant tôt ou tard l'espèce à l'extinction par impossibilité de s'adapter, elle sera désavantageuse. Dès lors que deux gènes et plus sont en jeu, le linkage peut cependant jouer pour réduire considérablement cette vitesse de libération. On considère deux gènes à effets simplement additifs A, a et B, b et que leurs effets phénotypiques sont A = B = 1, a = b = 0.

Si p est le taux de recombinaison, à partir d'une population d'hétérozygotes Aa = Bb, où la variabilité est totalement potentielle, on montre qu'à la génération suivante, le rapport de la variabilité libre à la variabilité totale, *h*, varie avec p et avec la phase (coupling ou répulsion) de la manière suivante :

TABLEAU I

	Répulsion				Coupling		
p	0,00	0,10	0,25	0,50	0,25	0,10	0,00
h	0,000	0,050	0,125	0,250	0,375	0,450	0,500

La vitesse de libération dépend donc essentiellement de la phase. Si une vitesse faible est avantageuse, la position des allèles en répulsion sera favorable. La libération rapide de la variabilité a en effet pour résultat d'augmenter les proportions des phénotypes les plus écartés de la moyenne, donc les moins proches de l'optimum. Mais le cas opposé sera d'autant plus désavantageux. Cependant dans le cas de *n* polygènes, le nombre d'hétérozygotes complets différents possible, est 2^{n-1} et l'importance de la phase entre deux gènes donnés diminue quand *n* augmente.

Si l'arrangement des polygènes le long des chromosomes est tel que leurs petits effets dans un sens ou dans l'autre s'équilibrent pour donner un phénotype proche de l'optimum et si cet arrangement met en jeu des relations de phase telles que la recombinaison ne libère la variabilité que lentement, le compromis entre adaptation et adaptabilité sera réalisé : la variabilité libre sera faible, la variabilité potentielle sera grande et

sa libération lente permettra une nouvelle adaptation éventuelle sans l'exposer à une fixation trop rapide.

C'est à cet arrangement de gènes que l'on donne le nom de combinaisons polygéniques équilibrées. L'équilibre de ces combinaisons est un équilibre statistique et dynamique. La recombinaison joue constamment pour modifier la constitution des combinaisons polygéniques mais la sélection naturelle assure la constance de la distribution des phénotypes, les combinaisons polygéniques mal équilibrées étant à la fois défavorisées parce que produisant des phénotypes écartés de l'optimum, et plus facilement défaites par la recombinaison pour redonner des combinaisons nouvelles dont une partie sera mieux équilibrée.

Le système de reproduction règle la nature de l'équilibre de ces combinaisons. Chez une plante autogame, les combinaisons polygéniques portées par deux chromosomes homologues sont identiques. L'équilibre doit donc être réalisé au sein même de la combinaison et les gènes + et — s'y contrebalancer pour donner un phénotype proche de l'optimum. Chez une plante allogame, au contraire, les combinaisons polygéniques en présence sont différentes : l'équilibre sera donc un équilibre de relation et pour un milieu donné une combinaison polygénique devra être équilibrée par rapport à toutes les autres

Il est clair que ces équilibres ajustés sous l'action de la sélection naturelle, le sont par l'élimination de la descendance des individus où ils ne sont pas réalisés. Il est clair aussi qu'ils s'excluent l'un l'autre.

En effet les combinaisons polygéniques d'un organisme allogame se trouvent presque toujours dans le génotype en présence de combinaisons différentes avec lesquelles elles sont équilibrées. Mais comme elles ne sont presque jamais à l'état homozygote, leur équilibre interne n'est jamais soumis à la sélection ; il a donc très peu de chances d'être bon. En effet le passage forcé des combinaisons polygéniques à équilibre de relation des organismes allogames, à l'état homozygote, se traduit par l'apparition de phénotypes éloignés de l'optimum : c'est l'effet d'inbreeding.

De fait, WIGAN (1944) a montré que quand on trouble le système de reproduction, comportant l'existence d'une certaine consanguinité, d'une population de taille limitée de Drosophiles, soit dans un sens, soit dans l'autre (consanguinité plus stricte ou allogamie plus étendue) on observe une augmentation de la variabilité libre. Le jeu de la recombinaison pour donner à partir de combinaisons équilibrées d'autres combinaisons équilibrées est en effet ajusté de manière stricte au système de reproduction sous le régime duquel elles ont été constituées. Mises en présence de combinaisons différentes ou dans des conditions différentes de mise en présence, elles donnent naissance par recombinaison à des combinaisons moins bien équilibrées dont l'effet phénotypique s'écartera de l'optimum et présentera un avantage sélectif moindre.

Le système de reproduction a donc une signification évolutive importante : il conditionne la nature de l'équilibre des combinaisons polygéniques. Mais il conditionne aussi la possibilité d'adaptation précise et immédiate d'une espèce à des milieux différents : un organisme autogame s'adaptera mieux dans l'immédiat à des conditions très sévères ; il perdra cependant en même temps qu'il s'adaptera la possibilité de s'adapter ultérieurement.

Inversement, la nature de l'équilibre réalisé jouera pour renforcer le système de reproduction qui l'a conditionné. Dans un organisme autogame le mauvais équilibre de relation des combinaisons polygéniques entraînera l'élimination des descendants hybrides des individus qui ont tendance à se reproduire en fécondation croisée. Dans la mesure où cette tendance est elle-même sous la dépendance d'un système génique, la sélection naturelle tendra à renforcer le système de reproduction existant. Le même processus jouera pour renforcer l'allogamie, par exemple par l'établissement d'un système d'autoincompatibilité chez une plante allogame où les individus résultant d'autofécondation seront défavorisés.

LE SYSTÈME DE REPRODUCTION DU COLZA

Le Colza, *Brassica Napus* L. est un amphidiploïde ($2n = 38$) résultant de l'hybridation du chou *Br. oleracea* ($2n = 18$) et de la navette *Br. rapa* = *Br. campestris* ($2n = 20$). Plusieurs auteurs ont réussi expérimentalement la synthèse de l'espèce (cf. FRANDSEN 1947).

Les deux espèces parentes présentent des phénomènes d'autoincompatibilité nets, mais la nature de leur déterminisme n'est pas connue de manière indiscutable (BATEMAN 1952). L'autofécondation amène chez ces espèces un effet d'inbreeding qui semble plus marqué chez le chou (PEARSON 1932) que chez la navette. A Versailles, des lignées autofécondées de navettes ont été constituées en vue de la synthèse du colza par croisement avec le chou. Bien que certaines d'entre elles soient à la cinquième génération d'autofécondation, leur vigueur semble très peu diminuée par rapport à celle des populations cultivées.

Le colza, au contraire, est une plante parfaitement autofertile, RÜMKER et LEIDNER (1913) ont même décrit un dispositif mécanique par lequel les étamines, tournant sur elles-mêmes au moment où le pollen est émis sont appliquées sur le stigmate par la fermeture de la fleur qui a lieu le soir du jour de l'ouverture.

Dans la nature, il semble qu'il y ait en moyenne environ 30 p. 100 de fécondations croisées seulement. (SYLVÉN, 1921, OLSSON, 1952). Pour les besoins pratiques de la sélection du colza, l'étude systématique du

comportement de l'espèce à l'autofécondation suffit, nous l'avons dit, pour montrer la possibilité d'utiliser des lignées pures en grande culture.

L'observation des lignées autofécondées pendant un nombre de générations pouvant aller jusqu'à huit ne révèle pas de différences de vigueur visibles avec les populations. Dans les pépinières, ces lignées sont cultivées avec intercalations régulières de lignes des populations Hambourg et Alsace qui servent de témoins et permettent une comparaison facile. Le fait que des lignées sélectionnées en autofécondation contrôlée dans des descendances d'hybrides aient, en essais comparatifs, des rendements comparables et souvent supérieurs de manière significative à ces populations est une autre preuve que l'autofécondation n'entraîne pas de dépression notable. Enfin, nous avons réalisé un essai où des populations d'autofécondations étaient comparées aux populations dont elles étaient issues. Les autofécondations ont eu un rendement moyen supérieur en valeur absolue à celui des populations parentes, la différence n'étant cependant pas significative. L'effet d'inbreeding n'est donc pas un obstacle à la sélection généalogique en autofécondation contrôlée et à l'utilisation de lignées pures comme variétés cultivées chez le colza.

Les hybrides entre individus provenant de populations différentes manifestent un hétérosis marqué. Aucun essai comparatif n'a été réalisé pour tester son action sur le rendement mais l'impossibilité de contrôler l'hybridation de manière industrielle exclut, à priori, son utilisation.

Darlington et Mather (1949, pp. 256 et 260) ont montré que l'affaiblissement des réactions d'incompatibilité qu'on observe chez les allopolyploïdes issus d'espèces auto-incompatibles peut être interprété comme corrélatif de l'établissement d'un degré d'hybridité permanent entre loci homologues des génomes en présence. L'équilibre des combinaisons polygéniques se trouve réalisé à l'intérieur des fractions homologues de chromosomes provenant des espèces parentes et il est conservé à travers les autofécondations. Cet équilibre de génome à génome est évidemment assez improbable à priori. En fait, on observe souvent et en particulier dans le cas qui nous intéresse, que le croisement $2n \times 2n$ donne moins de succès que le croisement $4n \times 4n$. Or, nous avons personnellement constaté que dans le premier cas pour une proportion notable des fleurs pollinisées, il se développe des siliques qui contiennent des ovules ayant toutes les apparences de la normale mais qui avortent quand ils ont atteint la moitié environ de leur taille définitive, l'embryon ayant alors une taille de l'ordre du dixième de celle de l'ovule. Dans ce cas, les combinaisons polygéniques nouvellement constituées par la réunion des deux génomes sont à l'état haploïde. Elles n'ont de chances de survie

que si elles possèdent un bon équilibre interne. Les succès enregistrés (de l'ordre de une graine pour trois mille fleurs) sont donc le résultat d'une sélection extrêmement sévère pour un bon équilibre interne. Il n'est pas étonnant que les plantes qui en résultent soient capables de supporter un changement total de système de reproduction.

Mather et Vines (1951) ont étudié un cas analogue dans le genre *Antirrhinum*. Le croisement *Antirrhinum majus* × *A. glutinosum* leur a fourni en F_2 une faible proportion de plantes à fleurs cléistogames. Discutant ce phénomène, qui constitue en fait l'établissement d'un dispositif d'autogamie, à partir d'une espèce allogame manifestant des phénomènes d'auto-incompatibilité et d'une espèce autogame avec 25 % de fécondations croisées, ils ont montré que le seul obstacle à l'établissement d'un système de reproduction autogame est, dans ce cas, outre les phénomènes d'incompatibilité, le mauvais équilibre interne des combinaisons polygéniques qui, ne pouvant être réalisé que par une évolution lente, contrecarre l'action du dispositif d'autofécondation. Mais il n'en est pas moins démontré que les deux espèces en question possédaient dans leur patrimoine héréditaire la variabilité génétique nécessaire pour réaliser la transformation du système de reproduction.

Nous avons vu qu'un dispositif d'autofécondation existait chez le colza et que la nature allopolyploïde de cette espèce lui assure la conservation d'un degré d'hybridité suffisante pour réaliser dès le départ un équilibre interne suffisant de ses combinaisons polygéniques.

Si on envisage le système de reproduction comme un caractère quantitatif mesuré chez chaque individu par le pourcentage de fécondations croisées qu'il subit dans les conditions naturelles, la courbe de fréquence du caractère doit manifester les tendances évolutives que nous avons signalées. En effet la sélection d'un caractère quantitatif vers un optimum qui diffère de la moyenne de la population a pour effet d'augmenter la fréquence relative des allèles dominants dont l'effet est dirigé dans le sens de la sélection. La courbe de fréquence devient alors dissymétrique et présente une « queue » plus longue dans le sens opposé à la sélection.

Olsson (1952) a donné des résultats relatifs à deux populations de colza où on trouve de rares plantes à fleurs jaune-orangé foncé au milieu de plantes à fleurs jaune d'or. Ces plantes sont homozygotes pour l'allèle récessif d'un gène de coloration, les autres étant homozygotes pour l'allèle dominant. La fréquence du gène étant très faible (au plus de l'ordre de un pour dix mille) on peut négliger les hétérozygotes parmi les plantes jaune d'or. Dans les descendances de plantes de ce type il a trouvé les fréquences de plantes à fleurs jaune d'or provenant de fécondations croisées qui sont données dans le tableau II.

TABLEAU II

% fécondation croisée	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85
Lembke . .	1	1	7	7	10	14	11	4	6	2	3	1	1			1
Sv. Senraps				6	3	9	6	3	2		2					

FISHER, IMMER et TEDIN (1932) ont donné un test de la dissymétrie des distributions de fréquence permettant de mettre en évidence la présence de dominance dirigée et par cela même l'action de la sélection naturelle sur le caractère qui est en cause.

La méthode consiste à calculer la statistique k3

$$k_3 = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \Sigma (x - x)^3$$

et à comparer le rapport $g = \frac{k_3}{k_2^{3\,2}}$ à son écart-type ; $k_2 = \frac{1}{n-1} \Sigma (x - x)^2$ étant la variance de la distribution. En effet, g est distribué de manière approximativement normale autour de o avec une variance égale à :

$$\frac{6n\,(n-1)}{(n-2)\,(n+2)\,(n+3)}$$

Après transformation angulaire (FISHER et YATES 1949) des données en pourcentage, on trouve :

TABLEAU III

	k_3	k_2	g	σ_g	$\frac{g}{\sigma_g}$	Signification
Lembke	418,792	71,74	0,6892	0,28	2,46	$0{,}02 > P > 0{,}01$
Sv. Senraps	168,714	32,68	0,9030	0,42	2,15	$0{,}04 > P > 0{,}03$

Dans les deux cas le test indique que la courbe de fréquence est significativement dissymétrique, indiquant une dominance plus fréquente des allèles tendant à réduire le pourcentage de fécondations croisées. La sélection naturelle semble donc actuellement avoir pour effet de renforcer l'autogamie du colza.

Cela lui donne une possibilité d'adaptation plus précise aux conditions du milieu. Nous pouvons saisir ici l'un des processus qui, à partir d'espèces allogames, conduisent à la formation d'espèces autogames hautement spécialisées dont l'adaptation dans l'immédiat assure un succès éphémère, car elles y perdent leur faculté d'adaptation ultérieure

Mather et Vines (1951) ont montré l'importance de l'autogamie chez les plantes cultivées et leurs adventices (stellaire, seneçon). Ces plantes vivent dans un milieu extrêmement sévère. Il n'est donc pas étonnant qu'elles aient évolué vers l'autogamie, d'autant plus que leur culture en populations limitées entraîne une certaine consanguinité systématique. Dans le cas du colza nous avons affaire à une espèce d'origine récente et nous assistons en ce moment à cette évolution, alors que des espèces plus anciennes comme celles de céréales semblent l'avoir achevé. L'adoption des méthodes de sélection des céréales autogames, en contrôlant l'autofécondation, déjà justifiée empiriquement, semble l'être aussi par l'évolution générale de l'espèce.

BIBLIOGRAPHIE

Bateman (A. J.). — Self incompatibility systems in angiosperms I Theory. *Heredity*, VI, **3**, 285-310.

Bustarret (J.). — 1944. Variétés et Variations. *Annales Agronomiques*, XIV, **3**, 336-363.

Darlington (C. D.) et Mather (K.). — 1949. The elements of genetics. London Alen and Unwin.

Fisher (R. A.), Immer (F. R.) et Tedin (O.). — 1932. The genetical interpretation of statistics of the third degree in the study of quantitative inheritance. *Genetics*, XVII, **2**, 107-124.

Fisher (R. A.) et Yates (F.). — 1949. Statistical Tables 3d edition. Oliver and Boyd Lond.

Mather (K.). — 1941. Variation and selection of polygenic characters. *J. Genetics*, XLI, **2**, 159-193.

Mather (K.). — 1942. The balance of polygenic combinations. *J. Genetics*, XLIII, **3**, 309-338.

Mather (K.). — 1943. Polygenic inheritance and natural selection. *Biol. Revs*, **18**, 32-64.

Mather (K.). — 1949. Biometrical genetics. Lond. Methuen.

Mather (K.) et Vine (A.). — 1951. Species crosses in Antirrhinum. II. Cleistogamy in the derivatives of A. majus x A. glutinosum. *Heredity*, V, **2**, 195-214.

Olsson (G.). — 1952. Undersökning av graden av korsbefruktning hos vitsenap och raps. *Sveriges Utsädesförenings Tidskrift*, LXII, **4**, 311-322.

Pearson (O. H.). — 1932. Breeding plants of the cabbage group. University of California Agr. Exp. Sta. Bull. 532.

Rümker (K. V.) et Leidner (R.). — 1913. Experimentelles über die Befruchtung des Rapses. *Zeitschr. Pflanzen.*, I, 323-327.

Sylvén (N.). — 1920. Om själv — och korsbefruktning hos rapsen. *Sveriges Utsädesförening Tidskrift*, **6**, 225-244.

Wigan (L. G.). — 1944. Balance and potence in natural populations. *J. Genetics*, XLVI, **1**, 150-160.

ÉTUDE DE QUELQUES HERBAGES DES VOSGES

PAR

M. KERGUELEN

Station Centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes
(Versailles)

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Introduction.**

1° Milieu physique
2° Milieu agricole

II. — **Méthode employée pour les relevés botaniques.**

III. — **Relevés botaniques.**

1° Vosges granitiques
a) Prairies de vallées
b) Herbages des pentes
c) Parcours communaux
Evolution de la flore de cette première zone
d) La Chaume
2° Vosges gréseuses.

IV. — **Conclusions.**

V. — **Résumé.**

VI. — **Bibliographie.**

I. — INTRODUCTION

Le Massif Vosgien comprend, outre le département des Vosges, le sud de la Meurthe et Moselle et la partie est du Haut-Rhin et du Bas-Rhin.

Il se divise en 2 régions naturelles, bien tranchées tant par la nature géologique des terrains et leur relief que par leur vocation agricole.

Les Vosges gréseuses au Nord, les moins élevées continuent une région s'étendant du bassin de Saint-Dié au Col du Bonhomme, aux reliefs émoussés, couverts de forêts de sapins et de pins silvestres ; région relativement sèche, comportant sur un sous-sol de grès rouges permo-triasiques, d'assez bonnes terres de cultures.

Les Vosges cristallines présentent un paysage bien différent : d'étroites vallées, surmontées de cimes élevées, aux sommets arrondis qui culminent au-dessus de 1 200 m : Ballon d'Alsace 1 244 m., le Hohneck 1 361 m, Grand Ballon de Guebwiller 1 424 m. Les grandes forêts de sapins s'étendent entre 700 et 1 100 m sur d'immenses surfaces, réduites quelque peu actuellement par les attaques de Bostryches. Au-dessus de cette zone s'étend « la Chaume », formation végétale rase où dominent les « Brimbelliers » (Myrtilles).

La roche émerge çà et là : ce sont des quartzites, des granites, des porphyres, qui ne portent qu'un sol peu épais et acide.

Les pâtures, largement étendues s'élèvent sur les premières pentes vers la forêt et sont parfois limitées par des murets de pierres qui dessinent dans le paysage un quadrillage caractéristique.

1° Le climat.

Le climat vosgien, d'un type semi montagnard, accuse des variations moyennes annuelles de 18°C entre les mois de janvier et de juillet, 0°C en janvier, 18°C en juillet.

La pluviosité annuelle, considérable, dépasse partout 1 000 mm et atteint 2 500 mm sur les sommets les plus élevés. Elle est répartie sur 150 à 200 jours par an, dont plus de 50 en neige. Le nombre moyen annuel de jours de gelée dépasse 100.

2° L'Agriculture.

Les statistiques agricoles de 1950 répartissent ainsi le territoire, pour le département des Vosges : Forêts 42 %, herbages, 29 %, terres cultivées 17 %, non agricole 12 %. L'élevage devrait constituer dans cette région le plus clair de l'activité agricole.

Les herbages examinés dans cette étude se situent surtout sur la commune du Thillot (Vosges), important village situé sur la route nationale de Remiremont (Vosges) à Cernay (Haut-Rhin) par le col de Bussang, route qui suit la haute vallée de la Moselle. Ils se trouvent en particulier aux abords de la route Le Thillot-Gérardmer, le long d'un torrent assez important : la rivière du Mesnil (relevés 1-5).

Les herbages des vallées et des premières pentes, régulièrement irrigués, sont exploités uniquement en régime de fauche. Le foin récolté est réservé à la nourriture hivernale des animaux. Pendant la belle saison, les troupeaux sont envoyés dans les parcours communaux, pâtures très extensives qui s'étendent sur les pentes les plus fortes ou même sur la Chaume dans les communes qui comportent des sommets élevés.

Les parcours communaux sont les zones non irrigables et trop en pente pour être cultivées, où les animaux paissent en demi liberté pendant la belle saison. Ils correspondent aux relevés 6 et 7 de cette étude.

La Chaume est, nous l'avons vu, la zone de végétation herbacée qui s'étend au-dessus de la zone de la forêt (relevé nº 8). Un relevé a été enfin effectué à Nompatelize, près de Saint-Dié, pour donner une idée du type de végétation prairiale dans les Vosges gréseuses (relevé nº 9).

II. — MÉTHODE EMPLOYÉE POUR LES RELEVÉS BOTANIQUES

Les relevés botaniques effectués sont ici exprimés en surfaces relatives recouvertes par chaque espèce. L'estimation de ces pourcentages est obtenue en lançant au hasard sur la formation végétale à étudier un anneau de 10 cm de diamètre environ, et en notant chaque fois les espèces qui sont présentes dans ce cercle.

Après 50 à 100 lancers en des points différents d'une même prairie, on obtient les fréquences relatives des différentes espèces, fréquences proportionnelles aux surfaces recouvertes par chacune d'entre elles, correctes pour les espèces les plus abondantes, mais entachées d'erreur pour les espèces rares.

A noter que ces relevés, effectués au mois de septembre, ignorent une partie de la flore : espèces bulbeuses, perce-neige et jonquilles, colchiques, au repos à cette époque. Certaines difficultés de détermination surgissent et plusieurs espèces de Carex et de graminées ont dû être groupées sous un même vocable.

Les noms scientifiques des espèces citées sont ceux de la Flore Fournier.

III. — RELEVÉS BOTANIQUES

1° Vosges granitiques

a) Prairie de fond de vallée (*Commune du Thillot*)

Relevé n° 1.

Noms scientifiques	Noms communs	Pourcentage
Graminées :		
Festuca rubra L.	Fétuque rouge.	8,5
Holcus lanatus L.	Houque laineuse.	7,8
Agrostis vulgaris With.	Agrostis.	6,8
Anthoxanthum odoratum L.	Flouve.	3,0
Dactylis glomerata L.	Dactyle.	1,7
Arrhenatherum elatius (L.) Mert. et K.	Fromental.	1,3
Poa trivialis L.	Paturin.	1,0
Lolium perenne L.	Ray-Grass.	0,7
Calamagrostis lanceolata Roth.		0,3
Légumineuses :		
Trifolium pratense L.	Trèfle violet.	2,7
Trifolium repens L.	Trèfle blanc.	0,7
Trifolium filiforme L. S. E. dubium	Trèfle filiforme.	1,0
Divers :		
Mousses (Hypnum sp.)		14,9
Luzula campestris L.	Luzule.	4,0
Brunella vulgaris L.	Brunelle.	7,1
Ajuga reptans L.	Bugle.	5,4
Leontodon autumnalis L.		5,4
Sanguisorba officinalis L.	Sanguisorbe.	3,7
Succisa praemorsa (Gilib) Ascherson	Scabieuse.	3,4
Plantago lanceolata L.	Plantain.	2,7
Alchemilla vulgaris L.	Alchémille.	2,4
Polygonum Bistorta L.	Bistorte.	2,0
Chrysanthemum Leucanthemum L.	Grande Marguerite.	2,0
Ranunculus bulbosus L.	Bouton d'or.	1,3
Tragopogon pratensis L.	Salsifis des prés.	1,3
Veronica officinalis L.	Véronique.	1,3
Achillea millefolium L.	Millefeuille.	1,0
Filipendula Ulmaria (L.) Maxim.	Reine des prés.	0,7
Anthriscus silvestris, S. E. alpestris	Cerfeuil sauvage.	0,7
Heracleum Sphondylium L.	Grande Berce.	0,7
Rumex acetosella L.	Petite oseille.	0,7
Hieracium Pilosella L.	Piloselle.	0,7
Taraxacum officinale Weber.	Pissenlit.	0,7
Galium Hercynicum Weigel	Gaillet.	0,3
Primula officinalis (L.) Hill.	Primevère.	0,3
Bellis perennis L.	Pâquerette.	0,3
Cerastium caespitosum Gilib.	Céraiste.	0,3
Centaurea Jacea L.	Centaurée Jacée.	0,3
Lysimachia Nummularia L.		0,3
Geranium silvaticum L.	Géranium.	traces
Colchicum autumnale L.	Colchique.	traces
Stachys officinalis (L.) Trevisan	Bétoine.	0,3
Valerianella sp.	Mâche.	0,3

Les espèces productives sont :

Bonnes graminées : Dactyle, Ray-grass, Fromental	3,7 %
Moyennes graminées : *Agrostis*, Paturin	7,8 %
Légumineuses	3,4 %

Soit environ 15 % d'espèces assez bonnes, chiffre très insuffisant.

La réaction acide du terrain est bien démontrée par la présence de *Rumex acetosella, Primula officinalis, Polygonum Bistorta*. L'abondance des espèces à rosette ou tapissantes frappe : *Brunella, Ajuga, Leontodon, Hieracium pilosella, Lysimachia nummularia, Veronica officinalis, Galium Hercynicum, Cerastium coespitosum*, qui avec la mousse, indice d'un sol mal aéré, couvrent près de 40 % de la surface de la prairie.

a) PRAIRIES DE FOND DE VALLÉE. *Le Thillot*, ALTITUDE 500 m

Relevé nº 2.

NOMS SCIENTIFIQUES	NOMS COMMUNS	POURCENTAGE
Graminées :		
Festuca rubra L.	Fétuque rouge.	10,0
Deschampsia flexuosa (L.) Trin	Canche flexueuse.	
Holcus lanatus L.	Houque laineuse.	12
Agrostis vulgaris With.	Agrostis.	1
Légumineuses :		
Trifolium pratense L.	Trèfle violet.	7
Trifolium repens L.	Trèfle blanc.	2
Lotus uliginosus Schk.	Lotier velu.	2
Divers :		
Plantago lanceolata L.	Plantain lancéolé.	11
Ranunculus bulbosus L.	Bouton d'or.	8
Sanguisorba officinalis L.	Sanguisorbe.	8
Juncus effusus L.	Jonc.	6
Sphagnum sp.	Sphaignes.	6
Carex sp		5
Hypnum sp.	Mousses.	4
Brunella vulgaris L.	Brunelle.	4
Ajuga reptans L.	Bugle.	5
Euphrasia Rostkoviana Hayne	Euphraise.	2
Succisa praemorsa (Gilib) Ascherson	Scabieuse.	1
Chrysanthemum Leucanthemum L.	Grande Marguerite.	1
Filipendula Ulmaria (L.) Maxim.	Reine des prés.	1
Mentha arvensis L.	Menthe.	1
Rumex Acetosella L.	Petite Oseille.	1
Alchimilla vulgaris L.	Alchèmille.	1
Leontodon autumnalis L.		1
		100
Traces :		
Angelica silvestris L.	Angélique.	
Geranium silvaticum L.	Géranium.	
Colchicum autumnale L.	Colchique.	
Polygonum Bistorta L.	Bistorte.	

Le fond de la flore ne diffère pas sensiblement du relevé précédent, mais la tendance à la tourbière est nettement indiquée par *Lotus uliginosus*, les *Sphagnums, Mentha, Filipendula ulmaria*. L'*Agrostis* régresse, Fétuque rouge et Houlque augmentent. En résumé, c'est là une prairie très mauvaise.

a) Prairie de fond de vallée. *Le Thillot*, altitude 500 m

Relevé n° 3.

Noms scientifiques	Noms communs	Pourcentage
Graminées :		
Holcus lanatus L.	Houque laineuse.	11,0
Festuca rubra L.	Fétuque rouge.	5,1
Anthoxanthum odoratum L.	Flouve odorante.	3,7
Légumineuses :		
Trifolium pratense L.	Trèfle violet.	4,4
Trifolium repens L.	Trèfle blanc.	0,7
Lotus uliginosus Schk.	Lotier velu.	6,6
Vicia sativa L. S. E. V. angustifolia	Vesce.	0,7
Divers :		
Hypnum sp. et Sphagnum sp.	Mousses.	15,4
Juncus effusus L.	Jonc.	8,8
Carex glauca Murr.		8,8
Carex acutiformis Ehrh.		3,7
Ranunculus bulbosus L.	Bouton d'or.	8,1
Brunella vulgaris L.	Brunelle.	5,9
Polygonum Bistorta L.	Bistorte.	3,7
Sanguisorba officinalis L.	Sanguisorbe.	2,9
Taraxacum officinale Weber.	Pissenlit.	2,2
Ajuga reptans L.	Bugle.	1,6
Cirsium palustre (L.) Scop.	Chardon.	1,6
Filipendula Ulmaria (L.) Maxim.	Reine des prés.	1,6
Hieracium Pilosella L.	Piloselle.	0,7
Galium Hercynicum Weigel.	Gaillet.	0,7
Potentilla Tormentilla (L.) Necker	Tormentille.	0,7
Tragopogon pratensis L.	Salsifis des prés.	0,7
Selinum pyrenaeum (L.) Gouan		0,7
		100,0
Traces :		
Succisa praemorsa (Gilib) Ascherson	Scabieuse.	
Geranium silvaticum L.	Géranium.	
Alchimilla vulgaris L.	Alchémille.	
Angelica silvestris L.	Angélique.	
Caltha palustris L.		
Menyanthes trifoliata L.	Trèfle d'eau.	
Viola palustris L.	Violette des marais.	
Myosotis scorpioides (L.) Hill forme M. palustris (L.) Herm.		

Ce relevé mérite à peine le nom de prairie. Les espèces diverses représentent 67,8 % de la prairie. Mousses et espèces palustres prennent le dessus, Houlque, Joncs, *Carex*, Sphaignes, *Cirsium palustre*, jusqu'à *Angelica silvestris*, *Viola palustris* et même Calthas et Trèfles d'eau qui représentent une végétation de tourbière submergée en partie pendant toute l'année. Il est très probable que les eaux d'irrigation, utilisées avec tant de générosité, lessivent le sol plus qu'elles n'apportent d'éléments fertilisants. La bonne réputation des eaux d'irrigation des basses vallées est très certainement en corrélation avec l'appauvrissement des sols des terrains situés plus en amont, dont les éléments utiles sont entraî-

nés par les eaux. Le manque de chaulage, le régime de fauche exclusif sans aucun apport d'engrais dans ces terres très pauvres en elles-mêmes, ne peut qu'accélérer cette évolution.

b) HERBAGES DES PREMIÈRES PENTES, *Le Thillot*, entre 500 et 700 m.

Relevé n° 4.

NOMS SCIENTIFIQUES	NOMS COMMUNS	POURCENTAGE
Graminées :		
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.	Canche flexueuse.	13,0
Festuca rubra L.	Fétuque rouge.	
Anthoxanthum odoratum L.	Flouve odorante.	8,0
Agrostis vulgaris With.	Agrostis.	5,0
Holcus lanatus L.	Houque laineuse.	4,5
Arrhenatherum elatius (L.) Mert. et K.	Fromental.	2,0
Dactylis glomerata (L.)	Dactyle.	1,5
Danthonia decumbens (L.) Lmk-D. C.		0,5
Légumineuses :		
Trifolium pratense.	Trèfle violet.	4,0
Trifolium repens L.	Trèfle blanc.	6,5
Trifolium filiforme L. S. E. dubium	Trèfle filiforme.	5,5
Divers :		
Succisa praemorsa (Gilib) Ascherson	Scabieuse.	7,5
Plantago lanceolata L.	Plantain lancéolé.	7,5
Luzula campestris L.	Luzule.	6,5
Ranunculus bulbosus L.	Bouton d'or.	5,0
Hieracium Pilosella L.	Piloselle.	4,5
Leontodon autumnalis L.		4,0
Chrysanthemum Leucanthemum L.	Grande Marguerite.	3,5
Thymus Serpyllum L. S. E. alpestris	Serpollet.	3,0
Rumex acetosella L.	Petite Oseille.	2,0
Polygala vulgaris L.		1,5
Galium verum L.		1,0
Achillea millefolium L.	Millefeuille.	1,0
Alchemilla vulgaris L.	Alchémille.	0,5
Sanguisorba officinalis L.	Sanguisorbe.	0,5
Ajuga reptans L.	Bugle.	0,5
Viola sp.	Violette.	0,5
Hypnum sp.	Mousses.	0,5
		100,0
Traces :		
Carum Carvi L.	Anis des Vosges.	
Silene inflata L.	Silène enflé.	
Pimpinella Saxifraga (L.) Hudson		
Campanula rotundifolia L.	Campanule à feuilles rondes.	
Centaurea Jacea L.		

Bien qu'irriguée, cette parcelle est relativement sèche. Nous y retrouvons le Dactyle et d'autres espèces qui aiment les terrains bien drainés : *Carum Carvi*, *Silene inflata*, *Campanula*, *Thymus serpyllum*, *Galium verum*, *Achillea* et *Polygala vulgaris*. Mais les bonnes espèces sont rares, bien que les Légumineuses représentent 16 %, chiffre élevé pour la région vosgienne. C'est là un bas niveau de fertilité : niveau de la Fétuque rouge, espèce peu exigeante.

b) Herbages des premières pentes. *Le Thillot.* Vers 600 m.

Relevé nº 5.

Noms scientifiques	Noms communs	Pourcentage
Graminées :		
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.	Canche flexueuse.	15,6
Festuca rubra L.	Fétuque rouge.	7,0
Anthoxanthum odoratum L.	Flouve odorante.	5,5
Holcus lanatus L.	Houque laineuse.	
Légumineuses :		
Trifolium pratense L.	Trèfle violet.	4,7
Vicia sativa L. S. E. V. angustifolia L.	Vesce.	2,3
Divers :		
Succisa praemorsa (Gilib) Ascherson.	Scabieuse.	9,4
Plantago lanceolata L.	Plantain lancéolé.	7,0
Sanguisorba officinalis L.	Sanguisorbe.	7,0
Ranunculus bulbosus L.	Bouton d'or.	5,5
Leontodon autumnalis L.		4,7
Luzula campestris L.	Luzule.	4,7
Leontodon hispidus L.		3,1
Brunella vulgaris L.	Brunelle.	3,1
Heracleum Sphondylium L.	Grande Berce.	3,1
Carex glauca Murr.		3,1
Rumex Acetosella L.	Petite oseille.	2,3
Chrysanthemum Leucanthemum L.	Grande marguerite.	2,3
Alchimilla vulgaris L.	Alchémille.	1,6
Tragopogon pratensis L.	Salsifis des prés.	1,6
Viola sp.	Violette.	0,8
Polygonum Bistorta	Bistorte.	0,8
Hypnum sp.	Mousses.	4,8
		100,0
Traces :		
Carum Carvi L.		
Campanula rotundifolia L.		

Dans ce relevé, l'*Agrostis*, le Dactyle disparaissent, les Légumineuses (7%) régressent. L'acidité est probablement plus forte, le niveau de fertilité très bas.

LES PARCOURS COMMUNAUX

Vers 700 m, nous trouvons les premiers parcours communaux, herbages en forte pente, parsemés d'arbustes (genêts) et de fougères, qui par leur aspect et leur composition botanique se rapprochent beaucoup de certaines pâtures de la Bretagne centrale, du Pays Basque ou de l'Auvergne.

Au voisinage de la forêt, les Myrtilles et l'Arnica apparaissent souvent en grandes quantités.

C'est là une source de revenus, bien faibles sans doute, pour la Commune, où le ramassage par les enfants des écoles de l'Arnica, plante médicinale, est organisé chaque année.

c) PARCOURS COMMUNAUX. *Le Thillot. Exposition est. Vers 650 m.*

Relevé nº 6.

NOMS SCIENTIFIQUES	NOMS COMMUNS	POURCENTAGE
Végétation ligneuse:		
Calluna vulgaris (L.) Hull.	Callune.	1,7
Graminées:		
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.	Canche flexueuse.	16,5
Holcus lanatus L.	Houque laineuse.	3,5
Agrostis vulgaris With.	Agrostis.	0,9
Anthoxanthum odoratum L.	Flouve odorante.	0,9
Légumineuses:		
Trifolium pratense L.	Trèfle violet.	3,5
Lotus corniculatus L.	Lotier corniculé.	1,7
Divers:		
Hieracium Pilosella L.	Piloselle.	7,8
Leontodon autumnalis L.		7,8
Carum Carvi L.	Anis des Vosges.	6,9
Luzula campestris L.	Luzule.	6,9
Plantago lanceolata L.	Plantain lancéolé.	6,1
Succisa praemorsa (Gilib.) Ascherson.	Scabieuse.	6,1
Cerastium caespitosum Gilib.	Céraiste.	6,1
Sanguisorba officinalis L.	Sanguisorbe.	4,3
Potentilla Tormentilla (L.) Necker.	Tormentille.	1,7
Galium verum L.	Gaillet.	0,9
Tragopogon pratensis L.	Salsifis des prés.	0,9
Achillea millefolium L.	Millefeuille.	0,9
Genistella sagittalis (L.) Gams		0,9
Leontodon hispidus L.		0,9
Thymus serpyllum L. S. E. T. alpestris (Tausch) Briq.	Serpollet.	0,9
Ranunculus bulbosus L.	Bouton d'or.	0,9
Hypnum sp.	Mousses.	11,3
		100,0
Traces:		
Dactylis glomerata L.	Dactyle.	
Campanula rotundifolia L.	Campanule à feuilles rondes.	
Pimpinella Saxifraga (L.) Hudson	Boucage.	
Polygala vulgaris L.		
Euphrasia Rostkoviana Hayne	Euphraise officinale.	
Hypochaeris radicata L.	Porcelle.	

Ce relevé porte sur une parcelle très peu paturée où la végétation naturelle tend à se rétablir : Callune, *Genistella sagittalis*, *Thymus serpyllum*. C'est là une véritable friche qui ne produit certainement pas 1 tonne de foin à 400 unités fourragères à l'hectare, soit une vache pour 4 hectares pendant la période de pacage.

c) Parcours communaux. *Le Thillot. Exposition est. Vers 700 m. Relevé nº 7.*

Noms scientifiques	Noms communs	Pourcentage
Graminées :		
Deschampsia flexuosa (L.) Trin	Canche flexueuse.	15,6
Agrostis vulgaris With	Agrostis.	10,6
Danthonia decumbens (L.) Lmk. D. C.		5,6
Holcus lanatus L.	Houque laineuse.	1,4
Festuca sp.		0,7
Poa annua L.	Paturin annuel.	0,7
Légumineuses :		
Trifolium repens L.	Trèfle blanc.	3,5
Divers :		
Hypnum sp.	Mousses.	13,5
Hieracium Pilosella L.	Piloselle.	7,7
Galium Hercynicum Weigel.		7,7
Achillea millefolium L.	Millefeuille.	6,3
Potentilla Tormentilla (L.) Necker.	Tormentille.	5,6
Plantago media L.	Plantain.	4,2
Luzula campestris L.	Luzule.	3,5
Ranunculus bulbosus L.	Bouton d'or.	2,9
Veronica officinalis L.	Véronique officinale.	2,1
Thymus Serpyllum L. S. E. T. alpestris	Serpollet.	2,1
Cerastium caespitosum Gilib.	Céraiste.	1,4
Calluna vulgaris (L.) Hull.	Callune.	1,4
Hypochaeris radicata L.	Porcelle.	1,4
Viola sp.	Violette.	0,7
Teucrium scorodonia L.	Germandrée.	0,7
Alchimilla arvensis (L.) Scop.	Alchémille.	0,7
		100,0
Traces :		
Nardus stricta L.	Nard.	
Carum Carvi L.	Anis des Vosges.	
Hypericum perforatum L.	Millepertuis.	
Digitalis purpurea L.	Digitale pourpre.	
Digitalis ambigua Murray		
Jasione montana L.		
Galeopsis dubia Leers		
Fragaria vesca L.	Fraisier.	
Ornithopus perpusillus L.		
Silene rupestris L.		
Scleranthus perennis L.		
Arbustes :		
Genista pilosa L.	Genêt velu.	
Sarothamnus scoparius (L.) Wimmer	Genêt à balais.	
Arbustes et fougère Aigle (Pteridium aquilinum (L.) Kuhn) recouvrent le terrain à peu près pour 50 %.		

Nous approchons là de la limite inférieure de la forêt. Ce sont des landes à arbustes et Callune, pâturées çà et là. La valeur fourragère semble cependant meilleure. Les déjections des animaux profitent à l'*Agrostis* et permettent, dans les zones piétinées, le développement de nitrophiles comme le paturin annuel. Le pH est cependant très bas, vers 4, 5, pH normal de *Galium hercynicum*. Le Nard apparaît pour la première fois. De nombreuses espèces atlantiques et subatlantiques indiquent une sécheresse peu marquée : *Jasione montana, Galium hercynicum, Galeopsis dubia, Ornithopus perpusillus, Danthonia decumbens.*

Cette zone résulte probablement de la dégradation de la forêt. Nous observons des espèces généralement de sous-bois clairs *Teucrium scorodonia, Digitalis purpurea, Fragaria vesca.*

Le pH doit se situer aux environs de 4,5 à 5,5, mais les déjections des animaux profitent à l'Agrostis (10 %). De telles pâtures, malgré la médiocrité de la flore, ont une meilleure composition que plusieurs prairies de fauche.

Le *Galium hercynicum* (= *Galium saxatile*) forme au ras du sol de larges tapis de verdure envahissants. Le nard commence à se montrer. C'est le *Nardogalion* des phytosociologistes.

Evolutions de la flore

Sur les parcelles cultivées abandonnées à elles-mêmes, on observe la succession des phases suivantes :

Le terrain se couvre d'adventices, *Galeopsis dubia* en particulier accompagné de Dactyle qui profite là d'un sol bien aéré. Puis l'Agrostis envahit rapidement le terrain, mais la Canche et la Fétuque rouge prennent le dessus et la flore du type des relevés 4 et 5 se reconstitue.

Les herbages abandonnés ou négligés reculent devant la forêt ou se dégradent en tourbières. De nombreuses sources apparaissent sur les pentes. Leur présence est décelable de loin par de larges tapis de Stellaire (*Stellaria uliginosa* Murr.) et de Dorine (*Chrysosplenium oppositifolium* L.). Ces eaux fraîches et acides, presque stagnantes dans les fonds et les cuvettes, déterminent la formation de tourbières à Sphaignes. Flore : *Drosera rotundifolia* L. ; *Salix repens* L. ; *Parnassia palustris* L. ; *Viola palustris* L. et *Comarum palustre* L. C'est la disparition définitive de toute espèce utile à l'élevage.

d) LA CHAUME

Tout au-dessus de la ligne des forêts, c'est la Chaume, qui s'étend en général au delà de 900-1 000 m. En voici quelques relevés botaniques :

La Roche des Bouchots, vers 1 000 m, Commune de La Bresse (Vosges)
Relevé nº 8.

Noms scientifiques	Noms communs	Pourcentage
Graminées :		
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.	Canche flexueuse.	18,3
Nardus stricta L.	Nard.	8,3
Agrostis vulgaris With.	Agrostis.	1,7
Festuca sp.	Fétuque.	1,7

Relevé nº 8 (suite).

Noms scientifiques	Noms communs	Pourcentage
Divers :		
Vaccinium Myrtillus L.	Myrtille.	21,6
Vaccinium Vitis-Idaea L.		13,3
Genistella sagittalis (L.) Gams.		10,0
Potentilla Tormentilla (L.) Necker	Tormentille.	6,7
Gallium Hercynicum Weigel		5,0
Hypnum sp.	Mousses.	3,3
Hieracium murorum L.	Épervière.	3,3
Luzula campestris L.	Luzule.	1,7
Carex sp.		1,7
Selinum pyrenaeum (L.) Gouan		1,7
Arnica montana L.	Arnica.	1,7
		100,0

Ballon de Servance, vers 1 200 m.

Vaccinium myrtillus, *Vaccinium Vitis-Idaea*, *Deschampsia flexuosa*, *Succisa praemorsa* dominantes, *Nardus stricta*, *Danthonia decumbens molinia caerulea*, *Carum Carvi*, *Selinum pyrenaeum* abondantes, *Dactylis glomerata*, *Gentiana lutea* L., *Trollius Europaeus* L.

Chaume du Haut-Chitelet, vers 1 100 m, près du col de la Schlucht.

Deschampsia flexuosa, *Nardus stricta*, *Danthonia decumbens*, *Viola lutea Huds*, *S. E. V. elegans* Kirschl. (Pensée des Vosges), *Gentiana lutea*, *Arnica montana*.

Ballon d'Alsace, vers 1 200 m.

Deschampsia flexuosa, *Festuca sp.*, *Solidago Virgo-aurea* L., *Meum Athamanthicum* Jacq., *Selinum pyrenaeum*, *Vaccinium Vitis-Idaea*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium uliginosum* L.

On y rencontre souvent en outre des espèces de la zone forestière : *Prenanthes purpurea* L., *Epilobium angustifolium* L. (Epilobe à épis), *Gnaphalium silvaticum* L., *Gnaphalium norvegicum* Gunner.

Les zones très sèches et très acides sont bien caractérisées par un tapis blanchâtre de *Antennaria dioica* (L.) Gaertner (Pied de chat).

Les éboulis présentent une flore très spéciale ; citons : *Cicerbita Plumieri* (L.) Kirschleger, *Cicerbita alpina* (L.) Wallr. (Composées), *Laserpitium latifolium* L. (Ombellifère), *Lilium Martagon* L. (Lis Martagon) (très local), *Aconitum pyramidale* (Mill.) Rchb., *Saxifraga Aizoon* L., *Jasione perennis* L.

La chaume varie beaucoup dans sa composition, mais il y a là plus d'espèces intéressantes pour le touriste amateur de myrtilles que pour l'élevage.

2º Vosges gréseuses

Sur le grès vosgien, au sol plus fertile et perméable, les cultures fourragères sont plus répandues. Ce sont surtout des mélanges Fléole-

Trèfle violet. Abandonnées quelques années à elles-mêmes, ces cultures se transforment en herbages à moitié naturels, les « fourrières », dont voici un exemple :

NOMPATELISE, PRÈS DE SAINT-DIÉ.

Relevé n° 9.

NOMS SCIENTIFIQUES	NOMS COMMUNS	POURCENTAGE
Graminées :		
Agrostis vulgaris With.	Agrostis.	19,4
Holcus lanatus L.	Houque laineuse.	10,3
Dactylis glomerata L.	Dactyle.	4,2
Lolium perenne L.	Ray-Grass anglais.	1,4
Festuca rubra L.	Fétuque rouge.	2,1
Anthoxanthum odoratum L.	Flouve odorante.	1,4
Holcus mollis L.	Houque molle.	0,7
Phlaeum pratense L.	Fléole.	0,7
Légumineuses :		
Trifolium repens L.	Trèfle blanc.	18,7
Vicia sativa L.	Vesce.	2,1
Trifolium pratense L.	Trèfle violet.	1,4
Lotus corniculatus L.	Lotier.	0,7
Lathyrus pratensis	Gesse des prés.	0,7
Divers :		
Plantago lanceolata L.	Plantain lancéolé.	7,6
Taraxacum officinale Weber.	Pissenlit.	6,2
Rumex Acetosella L.	Petite oseille.	4,9
Luzula campestris L.	Luzule.	4,9
Galium Mollugo L.		2,1
Achillea millefolium L.	Millefeuille.	2,1
Ranunculus bulbosus L.	Bouton d'or.	1,4
Hypnum sp.	Mousses.	1,4
Leontodon autumnalis L.		1,4
Leontodon hispidus L.		1,4
Veronica agrestis L.	Véronique.	0,7
Mentha arvensis L.	Menthe des champs.	0,7
Hypochaeris radicata L.	Porcelle.	0,7
Heracleum Sphondylium L.	Grande Berce.	0,7
		100,0
Traces :		
Pimpinella Saxifraga (L.) Hudson	Boucage.	
Hypericum perforatum L.	Millepertuis.	
Senecio Jacobaea L.	Sèneçon.	
Centaurea Jacea L.	Centaurée Jacée.	

C'est l'Agrostidaie typique qui ne présente aucun élément régional caractéristique. On la retrouve partout dans la moitié nord de la France, sur sols filtrants, d'acidité moyenne : pH 5,5 à 6,5.

CONCLUSIONS

Aucun relevé n'indique une flore de bonne composition.

BOITEL pourtant, en 1866, considère les prairies vosgiennes comme les plus renommées de France et chante les louanges du système d'irrigation encore pratiqué actuellement. Il donne de nombreux relevés.

Ainsi, à Bussang (624 m) sur granit, une des meilleures prairies présentait la composition suivante :

Agrostis vulgaris	40 %
Fromental et Fétuque des prés	20 %
Crételle, *Avena pratensis*, Avoine jaunâtre et Houlque	10 %
Trèfle violet, Trèfle blanc et Lotier	10 %
Divers	20 %

Au Menil, près du Thillot (300 m) une prairie, exposée au midi était ainsi constituée :

Graminées :	
Houlque	20 %
Dactyle	10 %
Flouve	10 %
Agrostis et Crételle	10 %
Légumineuses :	
Trèfle violet, Trèfle filiforme, Lotier	10 %
Divers	40 %

Le rendement était de 5 tonnes de foin sec à l'hectare, chiffre qui paraît nettement exagéré.

Enfin, aux environs de Gerardmer, BOITEL donne le relevé suivant :

Graminées :	
Festuca duriuscula	20 %
Vulpin et Paturin	10 %
Houlque et Dactyle	10 %
Légumineuses :	
Trèfle blanc	20 %
Divers	30 %

HEUZÉ, en 1911, ne s'étend pas longuement sur les prairies vosgiennes, mais parle ainsi de la Chaume : « Les animaux séjournent nuit et jour sur ces riches pâturages », pâturages qui ne renferment pas actuellement, 2 ou 3 % d'espèces moyennes (*Agrostis*).

BERTHAULT, vers 1900, constate déjà les excès de l'irrigation, notamment dans la région du Thillot, objet des premiers relevés de cette étude. Il signale la présence de la Bistorte, des grands Géraniums, des Joncs et Carex.

GAIN, dans son Traité des foins (1912) donne quelques analyses.

Pour une prairie irriguée par des eaux de féculeries :

Houlque	40 %
Paturin commun	30 %
Flouve	10 %
Divers	20 %

Avec une pareille composition, cette prairie donnait 15 tonnes de foin sec à l'hectare, chiffre invraisemblable.

ISSLER, dans une étude sur les prairies rhénano-vosgiennes, plus botanique qu'agricole, semble avoir analysé le problème d'un œil plus critique.

Pour lui, la majorité des prairies est une association à base de Houlque laineuse. La tendance sèche est représentée par des prairies à *Festuca*

rubra et *Agrostis*, accompagnés de Campanules, *Galium verum*, *Silene inflata* et *Carum Carvi*.

Les meilleures prairies de la région granitique seraient les prairies à *Agrostis*, d'ailleurs assez rares. La présence de Flouve indiquerait une mauvaise fumure.

ISSLER enfin considère la Chaume comme le résultat actuel de la dégradation par l'homme de la forêt de hêtres qui marque actuellement la limite supérieure de la végétation forestière.

Les relevés de cette étude confirment les vues d'ISSLER. L'*Agrostis* est bien lié à la présence de meilleures graminées, telles que le Dactyle (relevés nº 1-4 et 9) ou à des espèces nitrophiles, comme le paturin annuel (relevé nº 7). Il accompagne en général le Trèfle blanc.

La productivité de telles prairies, où l'*Agrostis* n'occupe pas d'ailleurs une grande surface relative, est faible. Le foin est le plus souvent transporté à dos d'homme, preuve d'un rendement négligeable.

Il faut donc envisager quelques voies d'amélioration.

Insistons surtout sur les cultures fourragères annuelles adaptées à des terres plus ou moins acides, mais bien pourvues en eau et en humus : lupins doux, Avoine-Vesce, Féverolle de printemps, Trèfle violet. La mise en culture des prairies de vallée, ne présenterait pas de difficultés spéciales. Les pentes sont faibles, le sol assez profond. Cette solution, la seule vraiment intensive, nécessiterait la coupure de l'irrigation, le labour et un bon chaulage. Le resemis de cette zone en Fétuque des prés ou mélange Fléole-Trèfle violet, prairies temporaires, serait également possible. Remarquons que la culture offre, outre des rendements très élevés, l'avantage de détruire facilement Colchiques, Jonquilles qui infestent de trop nombreuses prairies.

Sur les pentes, plus sèches, les parties cultivables pourraient être resemées avec un mélange Dactyle-Trèfle blanc, qui, avec la fumure azotée et quelques chaulages, pourrait se maintenir. Lorsque les pentes trop fortes ne permettent pas un travail du sol, le pâturage régulier avec rotation des herbages, une fumure azotée très légère permettrait l'installation de la prairie à Agrostis, Trèfle blanc, qui semble l'optimum des prairies naturelles de la région et qui malgré une productivité très moyenne, constituerait une amélioration sensible. Il faudrait éviter, autant que possible, de retourner le sol sur les pentes fortes, dans cette région où les fortes pluies peuvent faire craindre l'érosion des sols, parfois peu épais.

Nous sommes là dans une région où la fertilité des sols est trop faible pour que la prairie naturelle soit rentable. Les cultures temporaires, surtout les cultures annuelles, constituent la seule solution logique à l'intensification fourragère.

Quant à la Chaume, son amélioration fourragère semble difficilement

rentable. Les cultures peuvent se développer suffisamment dans les vallées pour que le bétail puisse abandonner la chaume, éloignée des habitations et sans doute plus aisément, sinon économiquement, reboisable.

La même solution s'applique sans doute aussi aux Vosges gréseuses. Pourquoi abandonner en « fourrières » une culture de Fléole-Trèfle violet qui se dégrade rapidement en Agrostidaie ? Ne vaudrait-il pas mieux le resemer périodiquement ou essayer d'autres cultures fourragères ?

Dans ces régions, à climat très rude, les cultures annuelles semblent seules pouvoir assurer le maximum de rendement pendant la courte saison de végétation et comme le dit M. R. DUMONT, « la meilleure prairie, c'est une vesce-avoine ».

RÉSUMÉ

Cette étude sommaire des herbages de la région Vosgienne repose sur des relevés botaniques dans les différents faciès de végétation prairiale : prairies irriguées, prairies sèches, parcours communaux, la Chaume, pour les Vosges granitiques et sur un relevé dans les Vosges gréseuses.

La mauvaise qualité de la flore des prairies de vallée est due à une irrigation excessive et à une exploitation exclusive en régime de fauche, sans restitution au sol d'éléments fertilisants.

Il faudrait donc resemer la plupart des herbages, en Dactyle dans les zones sèches, en fétuque des prés ou en fléole dans les zones humides et exploiter rationnellement les prairies en développant l'emploi des engrais azotés et surtout du chaulage.

Les cultures fourragères annuelles semblent plus indiquées. En utilisant l'humus accumulé pendant de nombreuses années, elles fourniraient un rendement plus élevé et permettraient la destruction des colchiques et des Jonquilles qui infestent la plupart des herbages de la zone granitique.

BIBLIOGRAPHIE

CHAUVET (P.). — La zone témoin du Queyras et les activités complémentaires de l'agriculture en montagne. *B. T. I.*, **80**, 448-453, juin 1953.

DE VRIES (D. M.). — Survey of methods of botanical analysis of grassland. 5e Congr. Intern. Fourrages, June 22 to 26, p. 143-153, 1949.

DE VRIES (D. M.). — Méthodes d'analyse botanique des prairies utilisées à la station de Groningue, *Agricultura*, **3**, p. 109, sept. 1939.

FOURNIER (P.). — Les quatre flores de France. Paul Lechevalier Edit. Paris, 1946.

GREGOR (J. W.), WATSON (P. J.) et CONNEL (W. D.). — The Moorland farm-Using permanent grass for a special purpose. *Scotl. Agric.*, XXX, 2, 5 p, 1950.

HEDIN (L.). — L'écologie des prairies, méthodes de recherche. *Compt. Rend. Acad. Agric. de France*, **16**, p. 936, 1948.

HEDIN (L.). — L'utilisation des données phytosociologiques à l'étude agronomique des prairies. Causerie faite le 13/2/50 à la réunion des Directeurs de Stations Agronomiques.

HEDIN (L.) et LE CACHEUX (Mlle Th.). — Humidité du sol et comportement des espèces prairiales. *Ann. Amél. Plantes*, **1**, 77-124, 1951.

HEDIN (L.) et LEFEBVRE (J. M.). — Les méthodes d'analyse botanique dans l'étude Agronomique des prairies. *Ann. Amél. Plantes*, 376-407, 1951.

MORIN (P.). — Transports et mécanisation agricoles en montagne, *B. T. I.*, **80**, 448-453, juin 1953.

REBISCHUNG (J.). — Améliorations à apporter à la production de l'herbe dans les Vosges, le Jura et les Alpes du Nord. *B. T. I.*, **80**, 441-444, juin 1953.

REBISCHUNG (J.). — Guide pratique d'expérimentation sur les herbages. Paris. Imprimerie Nationale, 78 p., 1950.

ROLLAND (L.). — Industrie et vie rurale dans les Massifs de l'Est ; Vosges et Jura. 1er Congrès de la vie rurale en montagne, Paris, 8 p., mars 1952.

BOITEL (A.). — Herbages et prairies naturelles, 786 p., Paris, 1896.

GAIN (E.) et BROCQ-ROUSSEU (D.). — Traité des foins, 795 p., Paris, 1912.

HEUZÉ (G.). — Les paturages, les prairies naturelles et les herbages, 356 p., Paris, 1911.

ISSLER (E.). — Les prairies grasses Rhénano-Vosgiennes et les prairies primitives, 87 p., Colmar, 1936.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA FÉCONDATION ET DE LA FRUCTIFICATION CHEZ LE POMMIER (1)

PAR

JEAN COUTAUD

Docteur es Sciences
Maître de Conférences à l'E. N. A. Rennes

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Historique.**

II. — **Matériel et techniques.**

III. — **Résultats de nos observations et expériences.**

1. — Les stades de préfloraison.
   - A. Morphologie des boutons floraux.
   - B. Formation des grains de pollen.

2. — Les époques de floraison.
3. — Les caractères des fleurs.
4. — Etude des pollens :
   - A. Morphologie des grains.
   - B. Qualité germinative.
     - *a*) influence de la température,
     - *b*) influence de la densité des grains,
     - *c*) influence des stigmates.
   - C. Croissance des tubes polliniques dans les styles.

5. — Les pollinisations : pourcentages de nouaison et de fructification.

   Discussion des résultats :
   - A. Les témoins.
   - B. Les fruits parthénocarpiques.
   - C. Les fécondations artificielles.
     1) autofécondations.
     2) fécondations croisées.

6. — Caractères des fruits obtenus à la suite des croisements.

IV. — **Conclusions générales.**

V. — **Bibliographie.**

(1) Thèse principale présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse pour obtenir le grade de Docteur es Sciences.

I. — HISTORIQUE

Les recherches entreprises en France et surtout à l'étranger depuis quelques dizaines d'années ont mis en lumière l'importance des problèmes posés par la fécondation chez les arbres fruitiers.

Nous citerons seulement les travaux les plus importants, qui marquent les étapes essentielles, nous réservant d'y revenir, avec plus de détails, lors de la discussion des résultats de nos essais.

Il semble que l'origine des recherches doive se situer aux Etats-Unis d'Amérique à la fin du siècle dernier. En effet, à cette époque, un propriétaire de l'Etat de Virginie constata que l'une de ses plantations constituée par 22 000 poiriers de la même variété (Bartlett), bien que fleurissant abondamment, fructifiait d'une façon très insuffisante. Les arboriculteurs étaient très embarrassés par cette énigme lorsque WAITE (1894) établit la cause véritable de la stérilité de ces arbres : quelques poiriers de la variété « Clapps Liebling » avaient été introduits par erreur dans la plantation, or, les quelques arbres de la variété « Bartlett » fructifiant normalement se trouvaient toujours au voisinage des sujets étrangers. WAITE démontra alors par des expériences de pollinisation que la variété « Bartlett » était incapable de donner des fruits lorsqu'elle recevait son propre pollen ; les recherches étendues à d'autres variétés donnèrent des résultats semblables.

RUDLOFF et SCHANDERL (1934) relatent qu'en Allemagne, on avait recommandé de restreindre très fortement le nombre des variétés. Pour des raisons d'économie, certains arboriculteurs constituèrent des vergers importants avec des arbres appartenant à une seule variété et ils constatèrent que, si la floraison était satisfaisante, la fructification était très mauvaise. Ces faits mettent également en évidence le caractère très marqué d'autostérilité des variétés de pommiers et de poiriers.

Mais les premières expériences de pollinisation croisée entreprises aux Etats-Unis et en Allemagne révélèrent que toutes les variétés n'avaient pas la même valeur fécondante. Très tôt, d'ailleurs, certains auteurs tels que MULLER-THURGAU (1905) ont remarqué que, placés en milieu artificiel les grains de pollen de toutes les variétés de pommier ne germaient pas avec la même régularité.

OSTERWALDER (1910) entreprit des études très complètes sur cette qualité germinative des pollens ; de nombreux auteurs ont repris ces recherches, parmi lesquels il faut citer en tout premier lieu KOBEL. C'est KOBEL (1926 à 1931) qui établit que la qualité germinative du pollen se trouvait en corrélation avec la constitution chromosomique. Cet auteur ainsi que RYBIN (1924), HEILBORN (1928), NEBEL (1929) et CRANE et LAWRENCE (1929) montrèrent que les grains de pollen germant d'une façon satisfaisante étaient produits par des variétés possédant $2n = 34$

chromosomes, $n = 17$ chromosomes. Ces variétés sont qualifiées de « diploïdes ». Au contraire, les grains de pollen dont la germination est mauvaise proviennent de variétés possédant $2n = 51$ chromosomes, variétés qualifiées de « triploïdes ».

Mais, en 1930, DARLINGTON et MOFFET firent franchir un pas important à ces études cytologiques : pour ces auteurs, les variétés « diploïdes » sont déjà des formes polyploïdes. Le nombre chromosomique de base ne serait pas 17 mais 7. Le génôme de la plupart des rosacées est d'ailleurs compris entre 7 et 9 chromosomes. Les pommiers « diploïdes » résulteraient de la multiplication de chacun des chromosomes de base et seraient, par suite, en partie tétraploïdes et en partie hexaploïdes, alors que les variétés « triploïdes » $2n = 51$ seraient en partie hexaploïdes et en partie nonaploïdes. Ceci peut être représenté par le schéma suivant dans lequel chacun des 7 chromosomes de base est figuré par une lettre de A à G.

	$n = 17$	$2n = 34$	$2n = 51$
A.....	3 A	6 A	9 A
B.....	3 B	6 B	9 B
C.....	3 C	6 C	9 C
D.....	2 D	4 D	6 D
E.....	2 E	4 E	6 E
F.....	2 F	4 F	6 F
G.....	2 G	4 G	6 G

A l'appui de cette hypothèse DARLINGTON et MOFFET indiquent qu'il est possible de reconnaître par sa forme un chromosome présent 4 fois chez les « diploïdes » et 6 fois chez les « triploïdes ».

Un autre argument en faveur de cette thèse est apporté par l'étude de la constitution chromosomique des francs obtenus après croisements entre variétés diploïdes et triploïdes.

NEBEL, qui a étudié ces francs, a remarqué la fréquence des sujets à 41 chromosomes (34 + 7) : il en déduit que le nombre chromosomique 17 des variétés de pommiers est, par rapport au nombre de base 7, instable et que les formes à 34 et 51 chromosomes sont des polyploïdes secondaires.

A côté de ces études caryologiques, des expériences systématiques de pollinisations croisées sont entreprises par de nombreux auteurs, notamment, en Suède, par JOHANSSON (1931), au Canada, par BRITTAIN (1933), en Suisse, par KOBEL (1940). Ce dernier auteur remarque qu'il existe des incompatibilités entre variétés diploïdes, c'est-à-dire entre variétés dont le pollen a un bon pouvoir germinatif.

Cette question de l'incompatibilité chez les arbres fruitiers à pépins vient de faire l'objet de travaux importants de CRANE et LEWIS (1942), LEWIS et MODLIBOWSKA (1942), MODLIBOWSKA (1945) de John Innes Institution (Angleterre).

En France un certain nombre de chercheurs se sont intéressés au problème de la fécondation chez le pommier ; citons FLECKINGER (1937,

1938) qui a étudié la qualité germinative des pollens et la constitution chromosomique des variétés, DESAYMARD (1948) qui a traité de la mise à fruit de Reinette Blanche du Canada et A. GAGNIEU (1947) qui poursuit d'importantes études caryologiques.

Enfin, l'auteur de ce travail, a publié au cours des dernières années une série de notes relatant des essais de pollinisation ainsi que diverses observations sur la métaxénie, l'influence des stigmates sur la qualité germinative des pollens et la parthénocarpie (COUTAUD, 1946, 1947, 1948).

II. — MATÉRIEL ET TECHNIQUES

Nos recherches ont porté sur les onze variétés recommandées en 1943, par la Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, pour les nouvelles plantations. La liste de ces variétés s'établit comme suit :

Reinette grise du Canada,
Reinette de Caux,
Reinette du Mans,
Belle de Boskoop,
Chailleux,
Reine des Reinettes,
Reinette Baumann,
Reinette grise de Saintonge,
Pomme de l'Estre ou Ste-Germaine,
Reinette de Parthenay ou Clochard,
Transparente de Croncels.

Toutes ces variétés se trouvent dans le verger expérimental de l'Ecole Nationale d'Agriculture. Elles sont établies sur porte-greffes Doucins et Paradis, forme gobelet basse-tige.

Ces arbres ont été plantés en 1937. Les essais ont été entrepris en 1944 dans des conditions particulièrement difficiles. Toutefois, cette première année d'expériences nous a permis de mettre au point les techniques. La mobilisation et un stage au Centre de Recherches Agronomiques de Bordeaux ont interrompu notre travail qui fut repris et considérablement étendu en 1947 et au cours des années suivantes.

Pour les différentes séries d'observations et d'expériences, nous avons utilisé les techniques suivantes :

1. — Stades de préfloraison — Constitution chromosomique

Pour chacune des variétés étudiées les observations ont été faites en 1947, 1948 et 1952 sur les mêmes arbres, tous établis sur porte-greffes Doucins. Nous avons constaté en effet une avance de deux ou trois

jours de la végétation sur les arbres établis sur Paradis par rapport à ceux greffés sur Doucins. Les mensurations ont porté sur une vingtaine de bourgeons par variété et les moyennes calculées à partir de ces chiffres.

En plus de ces études morphologiques, nous avons voulu suivre au cours des divers stades de préfloraison l'évolution des microspores à l'intérieur des anthères. Dans ce but, nous avons effectué des fixations de bourgeons à chacun des stades retenus. Nous avons utilisé la méthode THOMAS qui a été reprise récemment avec beaucoup de succès par A. GAGNIEU (1947 et années suivantes). Le mélange utilisé assure en plus de la fixation proprement dite le mordançage ferrique. Au moment de l'emploi, on mélange 3 parties d'alcool absolu et une partie de « solution acétique ». Cette dernière solution est obtenue par dissolution du carmin 40 dans l'acide acétique glacial. Dans le flacon de conservation de la « solution acétique » sont placés des cristaux d'acétate de fer.

Le matériel a été conservé pendant 5 semaines dans ce mélange qui a fixé les cellules et a, en outre, assuré une précoloration et un mordançage au fer.

Au moment de l'examen microscopique on procède à l'écrasement des pièces ainsi fixées et conservées. Sur une lame, on dispose l'anthère à étudier, dans une goutte de solution acétique, et on appuie dessus en glissant pour provoquer son éclatement ; suivant les stades, les cellules mères des grains de pollen, les tétrades ou les grains de pollen se répandent sur la lame. Le moment où s'effectue la réduction chromatique est très facile à repérer, la coloration des chromosomes permet en effet d'observer de belles figures de division, notamment l'anaphase I qui nous a permis de vérifier la constitution chromosomique de nos onze variétés.

2. — Les époques de floraison

Nous avons noté pour chacune de nos variétés le début et la fin de la floraison ainsi que la date de pleine floraison. Ces observations ont été faites sur des arbres établis sur doucins ; en 1947 et 1948, les notations ont été effectuées sur les mêmes arbres.

3. — Les caractères des fleurs

Les fleurs ont été prélevées toutes au même stade sur les mêmes arbres en 1947 et 1948, au milieu d'une branche de charpente moyenne. Les mensurations et observations ont été faites uniquement sur les fleurs latérales des inflorescences. La fleur centrale a toujours été écartée, car elle présente souvent des caractères anormaux.

4. — Les germinations de pollen

Deux méthodes ont été utilisées pour l'élaboration des milieux artificiels :

a) *milieu solide sucré* : Tel que celui indiqué par FLECKINGER (1937) : milieu rendu solide par addition de 1 % de gélose et auquel on ajoute 10 % de saccharose pur. Ces milieux, préparés à l'avance, sont rendus stériles par passage à l'autoclave. Pour l'étude de la faculté germinative des pollens, on coule ces milieux dans des boîtes de Pétri et, dès que le refroidissement s'est opéré, on procède à l'ensemencement.

b) *goutte pendante de solution sucrée* : Cette méthode, exposée par KOBEL (1931) semble avoir été utilisée par la plupart des chercheurs étrangers. La solution sera obtenue avec de l'eau distillée et du saccharose chimiquement pur. La solution utilisée est à 10 % et elle est préparée immédiatement avant chacune des séries d'expériences de germination. Le pH de ce milieu s'est toujours situé aux environs de 6,1. Une solution préparée trop longtemps à l'avance est inutilisable par suite du développement très rapide de micro-organismes.

On prépare une lame porte-objet sur laquelle on soude avec de la paraffine un anneau de verre ; la partie supérieure de cet anneau est recouverte de vaseline. Avec un agitateur de verre, on place une goutte de solution sucrée sur une lamelle couvre-objet. Cette lamelle est ensuite retournée, à l'aide d'une pince de Cornet, et appliquée sur l'anneau de verre. La fermeture sera hermétique grâce à la vaseline et une petite chambre humide sera ainsi constituée.

Les fleurs, d'où provient le pollen utilisé pour les ensemencements sur les deux milieux, sont récoltées la veille au soir. Elles sont toutes prélevées au même stade, immédiatement après leur ouverture, alors que toutes les anthères sont encore fermées. On constate que, le lendemain, lorsque ces fleurs sont secouées, elles donnent un pollen très abondant ; un bon mélange de grains est ainsi obtenu.

Les comptages se font au bout de 24 heures et tous les grains ayant formé un tube pollinique de longueur au moins égale au diamètre du grain initial sont considérés comme ayant germé.

5. — Les pollinisations

La condition essentielle à réaliser sera d'empêcher tout apport naturel de pollen étranger sur les stigmates de la fleur. Il est établi depuis longtemps que, dans la nature, la pollinisation du pommier est surtout le fait des abeilles. Sur des lames de verre recouvertes de vaseline et disposées dans les vergers au moment de la floraison, seuls quelques

grains de pollen ont été recueillis, ce qui montre le rôle négligeable du vent dans le transport du pollen de pommier.

Ceci a amené certains auteurs à castrer les fleurs et à enlever leurs pétales sans les isoler : les abeilles n'étant plus attirées, les chances de pollinisations sont à peu près nulles.

Mais, en définitive, l'isolement des fleurs est la seule méthode absolument sûre. Les fleurs à polliniser doivent être isolées peu de temps avant leur ouverture, à la fin du stade « bouton rose » ; leur isolement doit cesser immédiatement après la floraison de façon à rétablir aussi vite que possible les conditions naturelles.

L'isolement peut être effectué de diverses façons :

a) en enfermant des arbres entiers dans des cages de toile. Cette méthode est peu utilisée en raison des frais élevés qu'elle nécessite.

b) Crane en Angleterre ainsi que Ewert en Allemagne ont utilisé des arbres en pots placés dans des serres. Cette méthode présente certains avantages : les facteurs climatiques peuvent être fixés ; mais, de ce fait même, les arbres utilisés se trouvent placés dans des conditions trop artificielles de végétation ; d'autre part, leur forme naine n'est pas comparable à celle des arbres des vergers commerciaux.

c) On peut, enfin, isoler une inflorescence en l'enfermant dans un sac. Cette méthode économique est celle que nous avons retenue, mais le matériel d'isolement devra être choisi avec soin.

En 1944, nous avions utilisé des sacs de cellophane qui, sous l'effet des pluies violentes, s'affaissèrent très souvent. D'autre part, à l'intérieur de ces sacs, lorsque l'insolation est forte, une atmosphère de serre chaude se crée.

Par contre, les sacs utilisés en 1947 et 1948 nous ont donné pleine satisfaction. La figure 1 représente l'un de nos arbres portant un certain nombre de sacs de ce type.

Ils étaient confectionnés avec du papier sulfurisé très résistant, supportant parfaitement les averses les plus violentes et conservant en toute circonstance une grande rigidité : les parois du sac restaient toujours éloignées des fleurs.

La pénétration des grains de pollen à l'intérieur du sac était impossible ; mais la lumière et l'air pouvaient parvenir à l'inflorescence. On avait pris soin, d'ailleurs, de placer un tampon de coton hydrophile au niveau de la fermeture du sac sur la branche.

Nous avons entrepris parallèlement 4 séries d'essais. Toutes les inflorescences étudiées ont été choisies sur des branches moyennes et le plus souvent possible au milieu de ces branches. Nous avons dans tous les cas ramené le nombre des fleurs à 5 par inflorescence, la fleur centrale étant toujours enlevée. Des étiquettes sont placées sur la branche au-dessous de chaque inflorescence ; elles porteront toutes les indications concernant la nature et la date des essais, le nombre de fruits noués.

Les essais suivants ont été entrepris sur chacune des variétés :

a) Témoins : inflorescences marquées mais non ensachées, pour lesquelles la pollinisation et la fructification s'effectueront librement.

FIG. 1. — Type d'arbre utilisé pour nos essais,
et portant un certain nombre de sacs destinés à isoler les inflorescences.

b) Autopollinisations : Les inflorescences sont ensachées au stade « bouton rose », immédiatement avant l'ouverture des pétales. Au moment de la pleine floraison, lorsque les stigmates sont réceptifs, les sacs sont ouverts pendant les quelques secondes nécessaires à l'apport du pollen de la même variété sur les stigmates.

c) Pour tous les essais de pollinisation croisée, une castration des fleurs est nécessaire. Certains expérimentateurs opèrent des castrations que l'on peut qualifier de radicales puisqu'ils enlèvent une partie du calice et toute la corolle en même temps que les étamines. Cette opération brutale est susceptible d'avoir un retentissement fâcheux sur tout le processus de la fécondation, c'est pourquoi nous avons adopté la méthode qui consiste à enlever seulement les anthères. Cette castration s'effectue

avec des pinces très fines ; elle demande beaucoup de soin et de temps ; cependant nous sommes arrivé à castrer de cette façon une moyenne de 125 à 150 fleurs par heure. L'ensachage de l'inflorescence castrée s'effectue immédiatement après.

Le pollen étranger est apporté sur les stigmates quelques jours plus tard, au moment de la pleine floraison de la variété.

Le pollen utilisé pour les autopollinisations et pour les pollinisations croisées est fourni par des fleurs récoltées immédiatement avant l'ouverture de leurs pétales et conservées une nuit au laboratoire. Ce séjour de quelques heures en atmosphère relativement sèche suffit à provoquer la déhiscence des anthères.

L'apport du pollen sur les stigmates peut se faire à l'aide d'un pinceau, mais le plus souvent nous avons frotté les fleurs récoltées la veille sur les stigmates à polliniser.

Toutes les précautions ont été prises pour ne pas effectuer de mélange de pollen provenant de diverses variétés.

d) Castrations sans pollinisations ultérieures : Pour chacune des variétés étudiées, un certain nombre d'inflorescences ont été castrées et ensachées sans qu'aucune pollinisation n'intervienne ensuite.

Chacun de ces essais : témoins, autopollinisations, pollinisations croisées, castrations sans pollinisations, porte sur une centaine de fleurs par variété étudiée.

Les sacs sont enlevés immédiatement après la chute des pétales ; à ce moment les styles sont déjà desséchés. Il est important de n'envelopper les inflorescences que pendant le temps strictement nécessaire : malgré toutes les précautions prises, un micro-climat assez différent des conditions normales se crée à l'intérieur des sacs et pourrait avoir, si son action était prolongée, un retentissement sur la suite du processus de la fructification.

Les sacs enlevés sont remplacés par des sacs confectionnés avec le même papier mais percés de nombreux trous. Des enveloppes de ce type sont également disposées, au même moment, autour des inflorescences témoins.

Le comptage des fruits noués s'effectue un mois après la pollinisation c'est-à-dire lorsque la première période de chute est terminée.

Les fruits sont récoltés au moment de leur maturité de cueillette ; leurs caractères sont étudiés immédiatement : poids, forme, coloration et nature de l'épiderme, nombre de pépins.

6. — **La croissance des tubes polliniques dans les styles**

Le matériel destiné à l'étude de la croissance des tubes polliniques dans les tissus des styles a été obtenu à la suite de pollinisations artificielles opérées avec les techniques exposées au paragraphe précédent :

autopollinisations et pollinisations croisées. Mais dans ces cas des fixations de fleurs sont effectuées 18 heures, 2 jours, 4 et 8 jours après la pollinisation artificielle.

Le fixateur employé est l'alcool acétique :

3 parties d'alcool absolu,

1 partie d'acide acétique glacial.

Avant de les plonger dans ce mélange, les fleurs sont débarrassées de leurs enveloppes : calice et corolle ainsi que de leur androcée. La fixation dure 24 à 48 heures. Puis les fleurs sont passées très rapidement dans l'eau pour rendre plus facile la dissection des styles qui sont ensuite séparés de l'ovaire et coupés longitudinalement à l'aide d'un scalpel.

Ces moitiés de styles sont alors placées à raison de 10 coupes par lame dans une goutte de bleu au lactophénol. Notre mélange est constitué par du bleu coton à 1 % dans le lactophénol qui lui-même était préparé suivant la formule :

Acide phénique cristallisé	10 g
Acide lactique	10 g
Glycérine	20 g
Eau distillée	10 g

Les tissus des styles se colorent légèrement alors que les tubes polliniques et surtout leurs extrémités ressortent en bleu beaucoup plus foncé.

Ces préparations recouvertes d'une lamelle et lutées à la glycérine gélatinée peuvent se conserver pendant plusieurs semaines sans aucune altération. Cette technique permet de stocker au moment de la floraison des quantités très importantes de coupes.

III. — RÉSULTATS DE NOS OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

Suivant le déroulement chronologique de nos essais, nous examinerons successivement :

1. — Les stades de préfloraison.
2. — Les époques de floraison.
3. — Les caractères des fleurs.
4. — Etude des pollens.
5. — Les pollinisations : pourcentage de nouaisons et de fructifications.
6. — Caractères des fruits obtenus à la suite des croisements.

1. — LES STADES DE PRÉFLORAISON

Une étude de la fécondation chez une variété ne peut négliger les stades qui précèdent sa floraison ; d'autre part la connaissance exacte de ces stades, des dates de leur apparition est indispensable pour l'application convenable des traitements antiparasitaires.

Dans ce chapitre nous procéderons tout d'abord à une étude morphologique rapide des boutons à fleurs aux divers stades ; mais nous attacherons surtout de l'importance à la deuxième partie : la formation des microspores qui intervient au cours de la période de la préfloraison. C'est alors que nous examinerons la constitution chromosomique de nos variétés et que nous établirons un parallèle entre les stades de préfloraison facilement identifiables à l'œil nu et les phénomènes caryologiques fondamentaux qui se produisent dans le même temps à l'intérieur des anthères.

A. — Morphologie des boutons floraux

Nous avons choisi un certain nombre de stades faciles à déterminer et auxquels nous avons attribué des chiffres de 1 à 5. Pour chacune des variétés, les boutons à fleurs étudiés étaient situés au milieu d'une branche moyenne d'un même arbre.

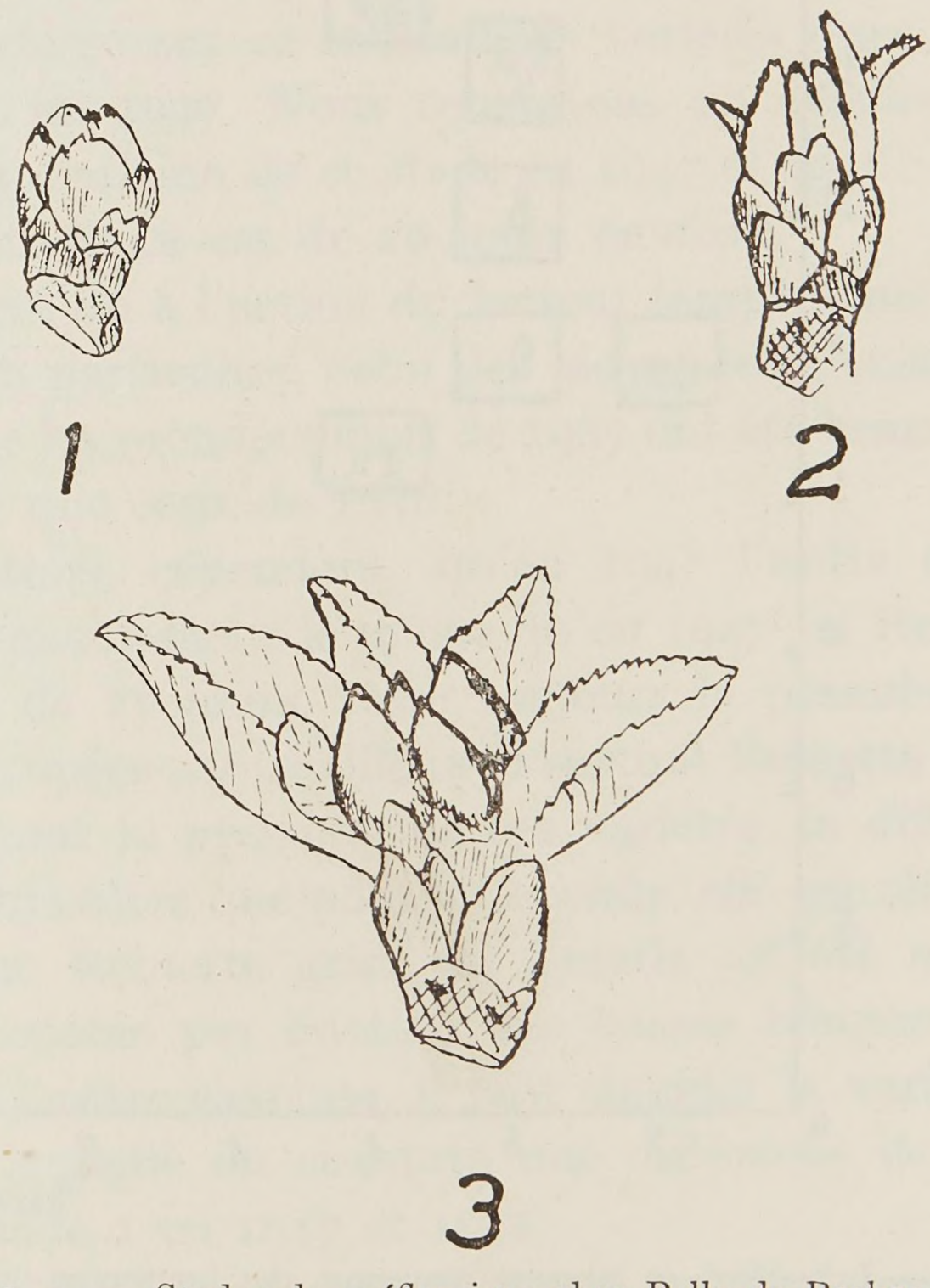


FIG. 2. — Stades de préfloraison chez Belle de Boskoop.

La figure 2 représente les trois premiers de ces stades, les deux derniers bien caractérisés ne pouvant prêter à confusion.

Stade 1. — Débourrement ou Eclatement : les écailles s'écartent et laissent apparaître les pointes des feuilles ; les extrémités des limbes restent toutes dans le même plan et sont serrées étroitement les unes contre les autres.

A ce stade nous avons effectué des mensurations d'une vingtaine de bourgeons pour chacune des onze variétés. La figure 3 représente leurs longueurs et largeurs moyennes. Le graphique met en évidence la différence de taille entre les bourgeons des variétés : Belle de Boskoop (1) 15 m/m x 8,5 m/m, Reinette grise du Canada (2) : 13 × 7, et ceux

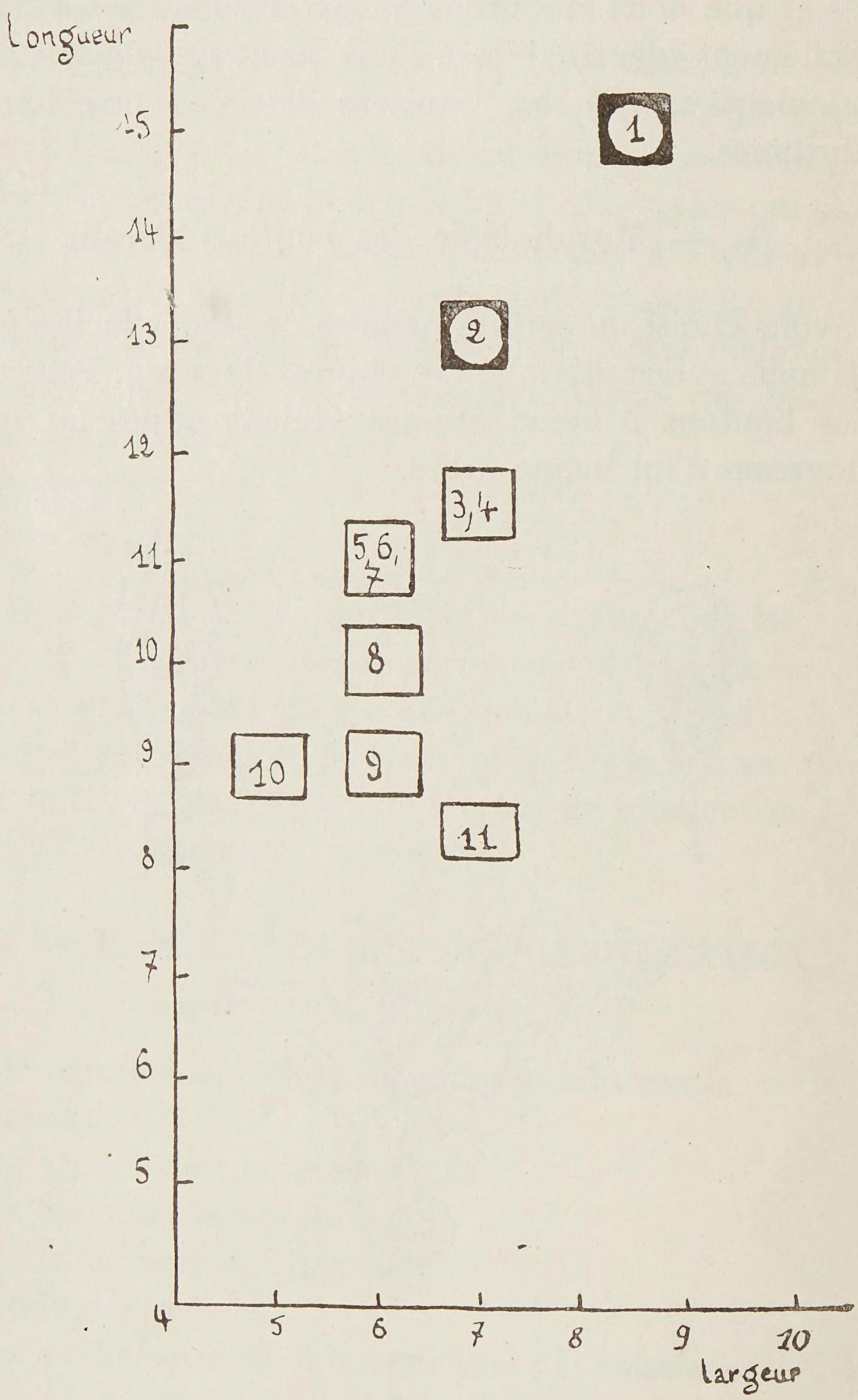


FIG. 3. — Longueurs et largeurs moyennes des bourgeons au stade 1.

des autres variétés : Reinette de Caux (3) : 11,5 × 7, Reinette grise de Saintonge (4) : 11,5 × 7, Reinette de Parthenay (5) : 11 × 6, Reinette Baumann (6) : 11 × 6, De l'Estre (7) : 11 × 6, Reinette du Mans (8) : 10 × 8, Transparente de Croncels (9) : 9 × 6, Reine des Reinettes (10) : 9 × 5, Chailleux (11) : 8,5 × 7.

Nous verrons, par la suite, si cette différence morphologique est

susceptible de fournir des indications sur la constitution chromosomique des variétés.

La forme des bourgeons, à ce stade, est sensiblement la même chez toutes les variétés, il faut signaler cependant une forme allongée chez Reine des Reinettes et, au contraire globuleuse chez Chailleux.

Stade 2. — Les feuilles ont augmenté considérablement de taille et leurs extrémités s'écartent de la masse du bourgeon. Certains auteurs étrangers donnent à ce stade le nom « d'oreilles de souris ».

Stade 3. — Début « bouton vert » : chacune des futures fleurs est maintenant visible, les feuilles s'étant écartées.

Stade 4. — Début « bouton rose » : apparition, au sommet de chacune des futures fleurs, des pétales dont la coloration rose est bien visible.

Stade 5. — Début de la floraison, c'est-à-dire ouverture des fleurs.

La figure 4 représente pour les onze variétés la succession de ces cinq stades en 1947 et en 1948. Suivant les variétés, il s'est écoulé, entre les stades 1 et 5, 24 à 36 jours en 1947 et 21 à 33 jours en 1948.

Nous avons classé sur ce tableau les variétés dans l'ordre d'apparition du stade 1 en 1947. Nous constatons un décalage très marqué entre les dates d'apparition de ce stade en 1947 et 1948 : pour la plupart des variétés la différence est de 20 jours environ.

Ce décalage est dû à l'action du facteur température : nos différents diagrammes et, en particulier, celui des moyennes mensuelles (figure 5), montrent bien que les premiers mois de 1947 ont été beaucoup plus froids que la normale et que ceux de 1948.

Nous constatons, cependant, qu'en 1948 l'ordre d'apparition du stade 1 n'est pas exactement le même qu'en 1947 ; si Reinette de Caux, avec une avance de 21 jours, reste toujours la première variété de la série, les places occupées par Chailleux et surtout Reinette grise du Canada sont modifiées : pour la première de ces variétés, la différence n'est en effet que de 12 jours alors que pour la seconde, elle est réduite à 10 jours.

Il semble que Reinette grise du Canada ait été moins influencée que les autres variétés par l'action des basses températures avant le débourrement. A l'autre extrême, il faut signaler la variété Reinette de Parthenay pour laquelle on constate une différence de 25 jours entre l'apparition du stade 1 en 1947 et 1948.

Mais l'action du facteur température est également remarquable pendant que se déroulent tous les stades de la préfloraison. La figure 4 nous indique, en effet, que le temps séparant le débourrement de la floraison a été plus long en 1947 qu'en 1948 pour les variétés à floraison précoce telles que Chailleux, Transparente de Croncels, Reinette Baumann, la différence s'établissant suivant les variétés entre 4 et 7 jours ; au contraire, pour les variétés fleurissant plus tard : Reine des Reinettes, De l'Estre, Reinette de Parthenay, Reinette grise de Saintonge, la

FIG. 4. — Les stades de la préfloraison en 1947 et en 1948.

période de froid relatif de la première quinzaine d'avril 1948, mise en évidence par le V qui s'ouvre dans la courbe des maxima décadaires de température (figure n° 6), fait que le temps écoulé entre les stades 1 à 5 a été plus long en 1948 qu'en 1947, la différence étant de 4 à 7 jours suivant les variétés. On remarque sur le tableau des stades de préfloraison (figure 4), un allongement, pour ces variétés, des périodes séparant les stades 3 (début « bouton vert ») et 5 (début de la floraison).

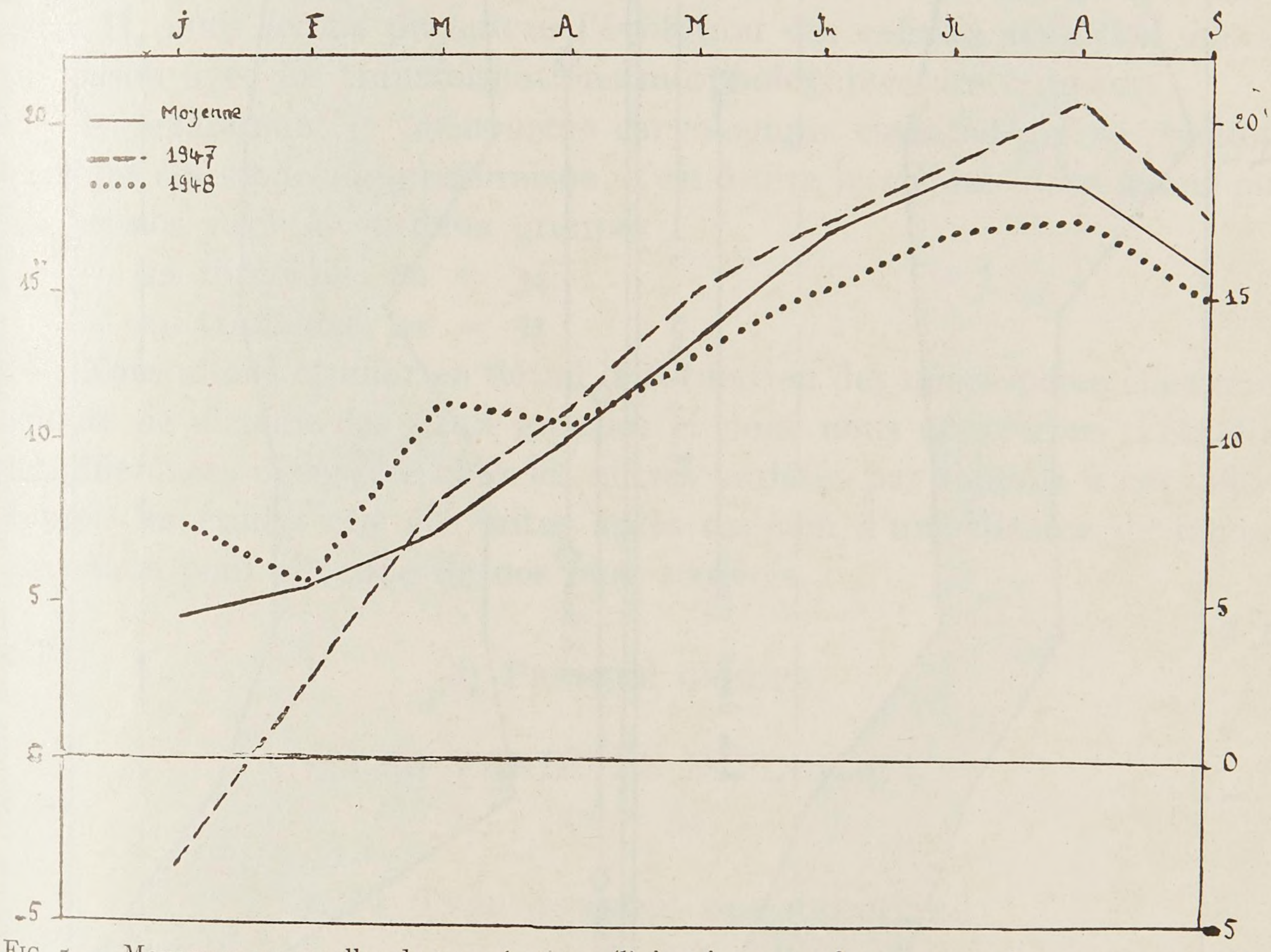


FIG. 5. — Moyennes mensuelles de températures (1) janvier-septembre 1947, 1948, moyenne normale.

La température ayant été plus basse que la normale en 1947 et plus élevée en 1948 pendant les deux premiers mois, on peut conclure que, normalement, les dates d'apparition du stade 1 : débourrement, pour chacune de nos variétés, doivent s'établir comme suit sous le climat de Rennes :

Reinette de Caux : 5 mars ;

Reinette grise du Canada, Chailleux, Transparente de Croncels, Belle de Boskoop, Reinette Baumann ; 10-12 mars ;

Reine des Reinettes, de l'Estre, Reinette de Parthenay, Reinette grise de Saintonge : 15-18 mars ;

Reinette du Mans : 30 mars.

Il s'écoule en moyenne un mois entre les stades 1 et 5 pour toutes nos variétés.

(1) Toutes les températures dont il est fait mention dans notre travail ont été relevées à 2 mètres du sol sous abri anglais.

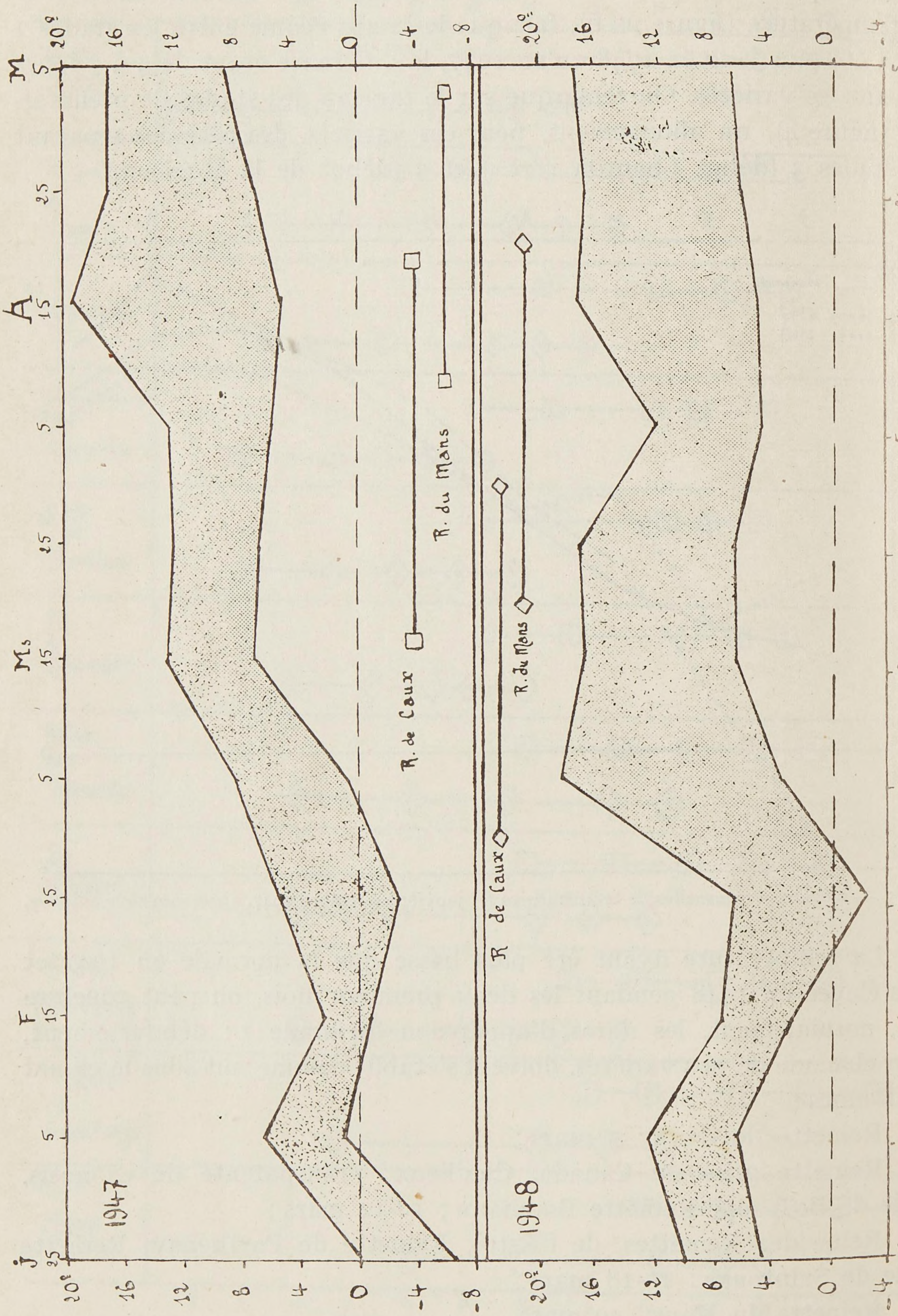


Fig. 6. — Diagrammes des températures moyennes maxima et minima décadaires pendant les stades de préfloraison.

B. — Formation des grains de pollen

Pour chacune de nos onze variétés nous avons étudié le mode de formation des microspores puis des grains de pollen dans les anthères. Des fixations de boutons floraux ont été opérées aux stades 1 : éclatement ; 2 : oreilles de souris ; 3 : début bouton vert ; 4 : début bouton rose. Par la technique des écrasements d'anthères, exposée dans le chapitre II, nous avons pu suivre l'évolution des cellules sexuelles mâles en liaison avec les transformations morphologiques des boutons.

En examinant le phénomène caryologique essentiel qui se produit pendant ces stades de préfloraison, c'est-à-dire la méiose, nous avons pu classer nos variétés en deux groupes :

— les diploïdes, $2n = 34$

— les triploïdes, $2n = 51$.

Nous allons étudier en détail la formation des microspores chez une variété de chacun des deux groupes et nous nous efforcerons d'établir les différences observées chez les autres variétés par rapport à ces deux types. Ces études ont été faites après examen d'une dizaine de lames par stade pour chacune de nos onze variétés.

a) Premier groupe

LES VARIÉTÉS DIPLOIDES

$2n = 34$

1. — Type = reine des reinettes

Stade 1. — Eclatement.

Les écrasements d'anthères fixées à ce stade nous permettent d'observer les cellules-mères des microspores. Sous l'effet de la pression, ces cellules se sont séparées des autres tissus de l'anthère et sont très faciles à reconnaître isolément ou en petits amas sur les préparations.

Dans les boutons les moins avancés les cellules-mères ont encore une forme nettement polygonale, diamètre 15 à 20 microns, leur cytoplasme est très dense et légèrement coloré ; le noyau dont la membrane est peu visible, est pourvu d'un nucléole de grande taille, 3 ou 4 microns de diamètre (pl. I fig. 1).

Dans les boutons dont l'évolution correspond exactement au stade I, les cellules-mères sont encore plus facilement identifiables, leur membrane très visible les entoure d'une sorte de coque ayant un diamètre de 25 à 30 microns, à l'intérieur de laquelle le cytoplasme très dense constitue une masse ovoïde ou sphérique (diamètre = 15 à 18 microns). Le nucléole est encore bien visible mais les limites du noyau ne peuvent

plus être précisées. Les granulations qui entouraient jusque-là plus ou moins étroitement le nucléole s'éloignent et gagnent des zones de plus en plus étendues dans la cellule. Nous pouvons considérer qu'à ce moment se termine la prophase (pl. I, fig. 2).

Les cellules-mères un peu plus avancées vont nous permettre de vérifier la constitution chromosomique des variétés. Nous avons pu en effet observer de belles figures de division sur toutes nos variétés. Les comptages de chromosomes peuvent se faire à la métaphase I, à l'anaphase I ou II. Pour la variété Reine des Reinettes, nous avons représenté l'anaphase I. Les chromosomes sont punctiformes ou en V très ouvert, leur taille se situe aux environs de 2 microns. Ils sont alors répartis aux deux pôles en deux groupes parfaitement distincts, chacun de ces groupes comprend 17 chromosomes qui représentent le nombre *n* de cette variété diploïde (pl. I, fig. 3).

Dans les anthères des boutons les plus évolués du stade 1, il est possible d'observer la fin de la méïose. La membrane très visible a toujours l'aspect d'une coque et elle protège une masse cytoplasmique qui est alors à peu près sphérique et dont le diamètre est de 18 à 20 microns.

La télophase II voit la constitution progressive de 4 noyaux, les nucléoles sont déjà parfaitement visibles et les granulations tendent à s'amasser autour d'eux. Ces quatre noyaux se disposent à chacun des sommets d'un tétraèdre et, sur un même plan, il ne peut en être vu que trois (pl. I, fig. 4).

En résumé, nous pouvons souligner l'extrême importance de ce stade I qui correspond à la méïose ou réduction chromatique.

Stade 2. — Oreilles de Souris.

A ce stade 2 correspond l'apparition des tétraspores constituant les tétrades. Leur formation est la conséquence des phénomènes que nous avons vu s'accomplir lors de la télophase II. Progressivement une membrane apparaît pour limiter les quatre territoires cytoplasmiques correspondant à chacun des quatre noyaux.

Les quatre cellules ou tétraspores vont rester associées pendant toute la durée de ce stade 2. Chez la variété Reine des Reinettes, nous constatons que les quatre cellules sont parfaitement égales. Elles sont toujours protégées par la membrane de la cellule-mère dont le diamètre, 25 microns est resté sensiblement le même (pl. I, fig. 5).

Stade 3. — Début bouton vert.

Dans les boutons ayant atteint ce stade nous allons observer la dissociation des tétrades. La coque libère les quatre microspores qui, à ce moment, ont un diamètre de 10 microns. Le jeune grain de pollen va alors présenter une croissance rapide et, lorsqu'il aura atteint un dia-

mètre de 20 microns environ, il sera plus facile d'étudier ses caractères. Tous les grains de pollen, chez cette variété, ont sensiblement la même taille à un stade donné ; leur membrane n'est pas parfaitement sphérique et elle présente généralement trois sillons. A l'intérieur, deux noyaux sont visibles : noyau végétatif et noyau reproducteur. Ils sont le résultat de la mitose pollinique qui vient de se produire au début de ce stade 3. La plus grande partie de la cellule est incolore, occupée par une grande vacuole (pl. I, fig. 6 et 6').

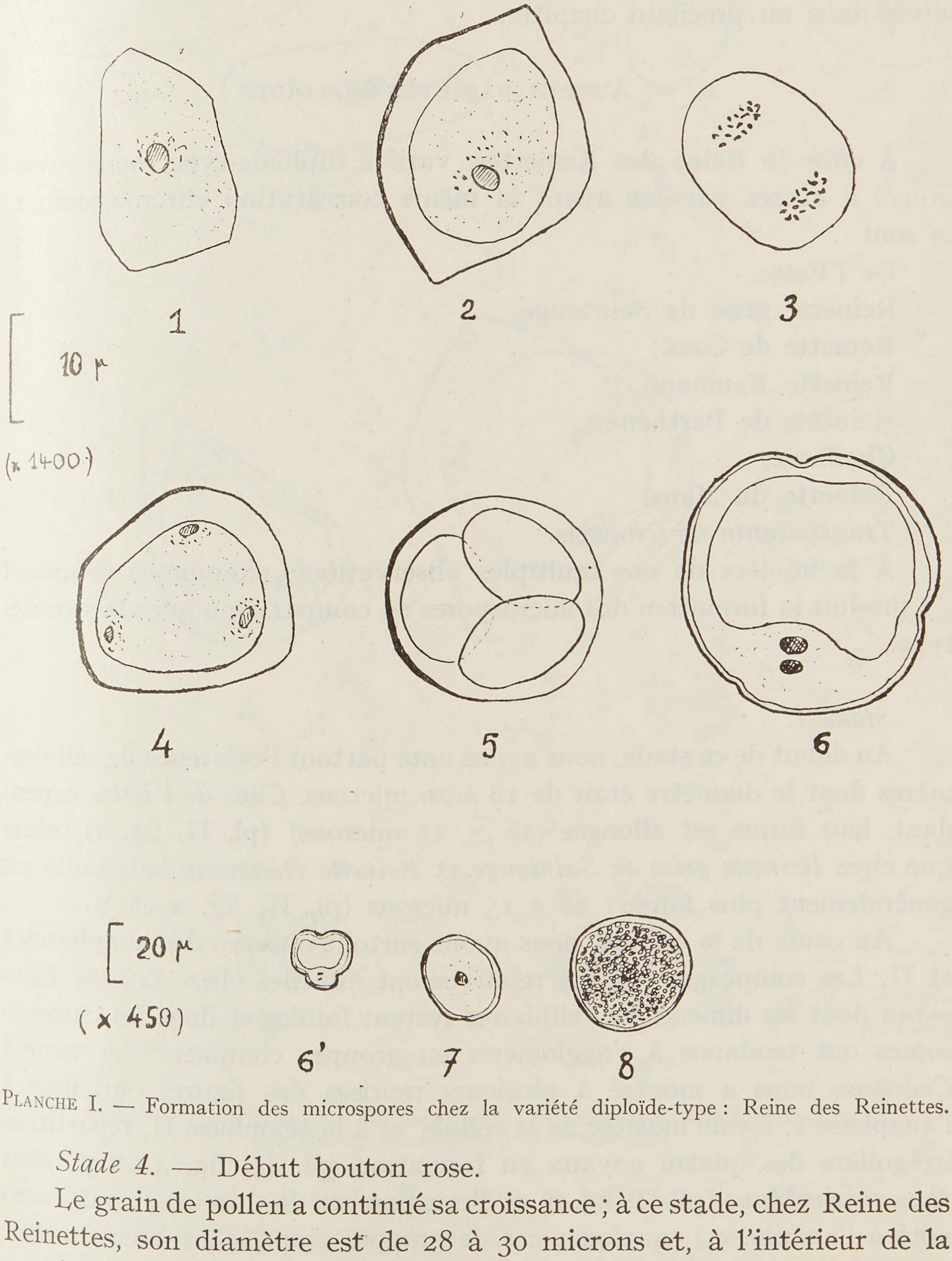


PLANCHE I. — Formation des microspores chez la variété diploïde-type : Reine des Reinettes.

Stade 4. — Début bouton rose.

Le grain de pollen a continué sa croissance ; à ce stade, chez Reine des Reinettes, son diamètre est de 28 à 30 microns et, à l'intérieur de la membrane qui est devenue régulière, sphérique, apparaissent des gra-

nulations qui rendent le cytoplasme bien visible, le noyau végétatif est net au centre (pl. I, fig. 7).

Alors que l'évolution se poursuit, au moment où le stade bouton rose est pleinement atteint, un dernier écrasement d'anthère nous montre que le grain de pollen a atteint un diamètre de 35 microns, la membrane régulière entoure un cytoplasme aux granulations très denses et homogènes (pl. I, fig. 8).

Très peu de temps après, le pollen est libéré et son étude sera poursuivie dans un prochain chapitre.

2. — Autres variétés diploïdes

A côté de Reine des Reinettes, variété diploïde-type, nous avons trouvé 8 autres variétés ayant la même constitution chromosomique, ce sont :

De l'Estre,
Reinette grise de Saintonge,
Reinette de Caux,
Reinette Baumann,
Reinette de Parthenay,
Chailleux,
Reinette du Mans,
Transparente de Croncels.

A la lumière de nos multiples observations, examinons comment s'y produit la formation des microspores en comparaison avec la variété-type.

Stade 1.

Au début de ce stade, nous avons noté partout l'existence de cellules-mères dont le diamètre était de 18 à 20 microns. Chez *de l'Estre* cependant, leur forme est allongée (28 × 15 microns) (pl. II, fig. 1), alors que chez *Reinette grise de Saintonge* et *Reinette Baumann* leur taille est généralement plus faible : 10 à 15 microns (pl. II, fig. 2 et 3).

Au cours de la méiose, nous avons surtout observé des anaphases I et II. Les comptages ont été relativement difficiles chez *Reinette Baumann* dont les dimensions cellulaires restent faibles et dont les chromosomes ont tendance à s'agglomérer en groupes compacts. La variété *Chailleux* nous a montré à plusieurs reprises des figures curieuses à l'anaphase I, forme inusitée de la cellule, et à la télophase II, répartition irrégulière des quatre noyaux en formation (pl. II, fig. 4 et 5), chez *Reinette du Mans* (pl. II, fig. 6) et Transparente de Croncels, nous avons noté à l'anaphase I, quelques cas de groupes trop lâches avec chromosomes retardataires.

Stade 2.

Au moment de leur formation les tétrades ont toutes sensiblement la même taille, coque de 25 microns de diamètre enveloppant une masse cytoplasmique de 18 à 20 microns ; chaque cellule ou futur grain de pollen a environ 8 microns de diamètre.

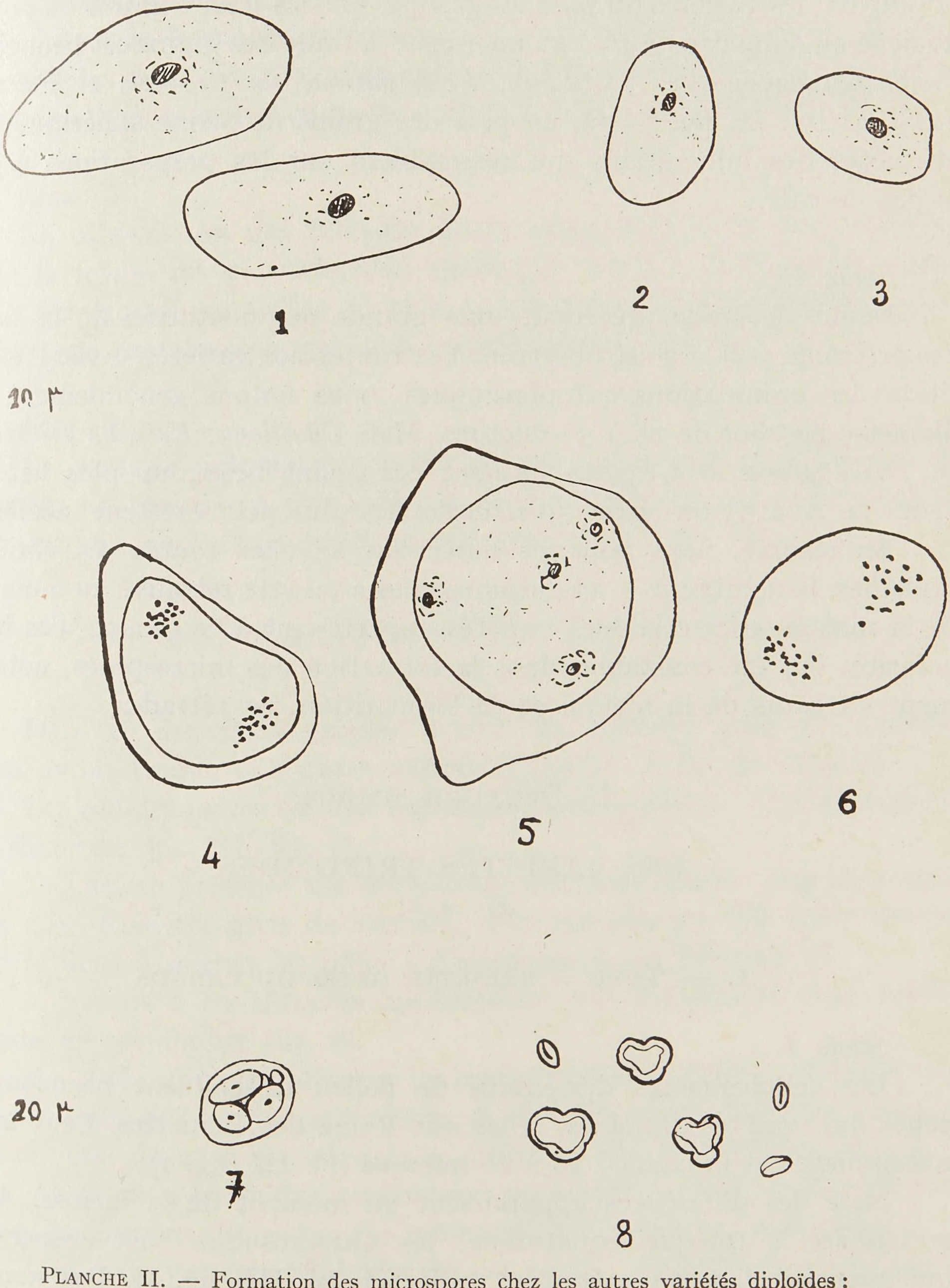


PLANCHE II. — Formation des microspores chez les autres variétés diploïdes : différences par rapport à la variété-type.

Cependant chez *Reinette Baumann*, la taille de la masse de cytoplasme est plus faible : 15 microns.

Dans quelques cas les tétrades se sont révélées irrégulières chez

Chailleux (pl. II, fig. 7), *Reinette du Mans* et *Transparente de Croncels*. Des micrograins apparaissent souvent en plus des quatre cellules.

Stade 3.

Au moment de la dissociation des tétrades, nous avons noté, chez la plupart des variétés du premier groupe, que les jeunes grains de pollen avaient un diamètre de 10 à 12 microns. La taille des grains est beaucoup moins homogène chez *Chailleux, Transparente de Croncels et Reinette du Mans* (pl. II, fig. 8) où, en plus des grains de forme sphérique ont été notés des micrograins qui ressemblent sur les préparations à des grains de café.

Stade 4.

Depuis le stade précédent, une grande augmentation de la taille des grains de pollen a été observée chez toutes nos variétés. Avec l'apparition des granulations cytoplasmiques, nous notons généralement un diamètre régulier de 28 à 30 microns. Mais *Chailleux, Reinette du Mans* et *Transparente de Croncels* forment des grains beaucoup plus hétérogènes de 20 à 35 ou même 40 microns, les plus petits restent incolores.

En résumé, nous pouvons noter que si, chez toutes ces variétés diploïdes, le nombre $n = 17$ chromosomes a pu être retrouvé au moment de la meïose, chez certaines variétés appartenant à ce groupe, des irrégularités ont été constatées dans la formation des microspores, notamment au cours de la meïose et de l'apparition des tétrades.

b) Deuxième groupe

LES VARIÉTÉS TRIPLOIDES

$2n = 51$

1. — Type = reinette grise du canada

Stade 1.

Les cellules-mères des grains de pollen ressemblent beaucoup à celles des variétés diploïdes, telles que Reine des Reinettes. Leur taille notamment est la même : 18 à 20 microns (pl. III, fig. 1).

Mais des différences apparaissent au moment de la meïose. A la métaphase I (plaque équatoriale) les chromosomes sont dispersés ; quelques-uns disposés nettement à l'écart (pl. III, fig. 2). Des masses chromosomiques plus importantes semblent provenir de la coalescence de plusieurs éléments.

A l'anaphase I, un groupe est quelquefois plus compact que l'autre, cette différence semble due à des stades d'évolution légèrement diffé-

rents et à une polarité peu marquée (pl. III, fig. 3). Le nombre *n* s'est révélé souvent difficile à apprécier, mais en tous cas les masses chromosomiques sont au nombre de 20 à 26.

Stade 2.

La télophase II est terminée et les tétrades apparaissent dans la coque, dont la forme est irrégulière et le diamètre de 25 à 30 microns. Les cellules sont ici généralement au nombre de quatre, quelquefois plus mais très inégales, diamètres de 5 à 10 microns (pl. III, fig. 4).

Stade 3.

La dissociation des tétrades libère des grains de 5 à 10 microns dont la forme est généralement sphérique. Leur croissance est rapide et ils atteignent des tailles de 15 à 20 microns. Incolores sur les préparations, ils sont occupés par une grande vacuole (pl. III, fig. 5).

Stade 4.

Le contenu cytoplasmique est devenu granuleux et au début de ce stade les grains ont une taille de 20 à 30 microns, au stade bouton-rose les plus gros atteindront 40 microns.

2. — Autre variété triploïde = belle de boskoop

Dans ce deuxième groupe, à côté de Reinette grise du Canada, nous avons trouvé une autre variété triploïde : Belle de Boskoop.

Les cellules-mères sont ici légèrement plus grandes : 20 à 25 microns de diamètre (pl. III, fig. 6).

La meïose présente des caractères aberrants encore plus prononcés que chez Reinette grise du Canada, avec notamment des chromosomes qui tardent à gagner les pôles à l'anaphase I (pl. III, fig. 7).

Au stade 2 les tétrades apparaissent très irrégulières avec micrograins en surnombre (fig. 8).

Au stade suivant après que les jeunes grains de pollen ont été libérés et ont subi une rapide croissance, à côté de grains normaux dont la taille varie de 25 à 30 microns se trouvent des micrograins (fig. 9).

Au stade 4 les grains au contenu granuleux auront un diamètre de 35 à 40 microns alors que les grains stériles resteront plus petits.

Les deux variétés triploïdes de nos essais : *Reinette grise du Canada* et *Belle de Boskoop* forment leurs microspores de façon à peu près semblable. Cependant chez *Belle de Boskoop* les désordres constatés semblent être encore plus prononcés : tétrades plus irrégulières ayant pour conséquence la formation de nombreux micrograins.

En conclusion à cette étude des stades de préfloraison nous pouvons souligner les points suivants :

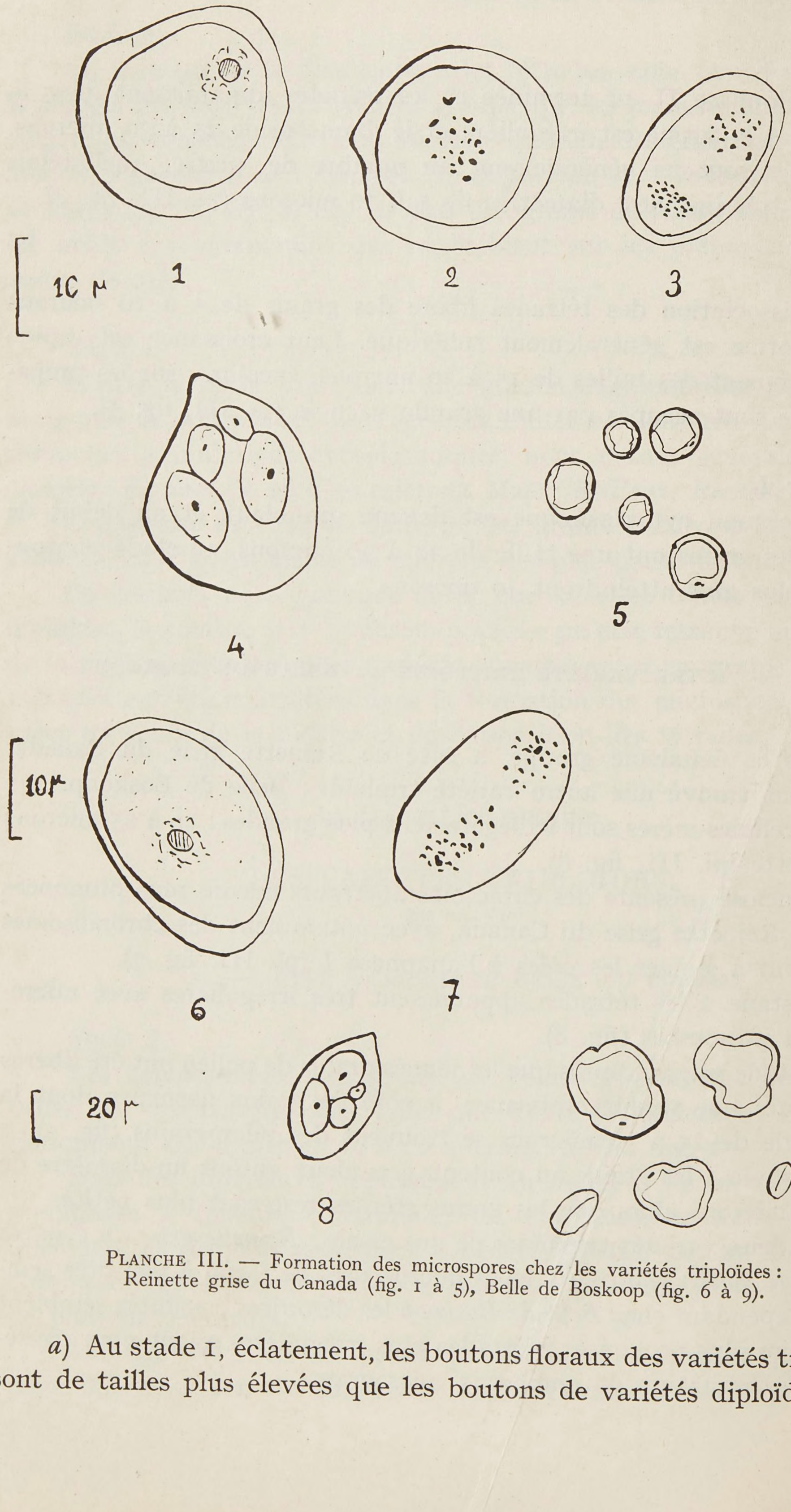


PLANCHE III. — Formation des microspores chez les variétés triploïdes : Reinette grise du Canada (fig. 1 à 5), Belle de Boskoop (fig. 6 à 9).

a) Au stade 1, éclatement, les boutons floraux des variétés triploïdes sont de tailles plus élevées que les boutons de variétés diploïdes (voir

fig. 3). Il semble y avoir ici une corrélation entre la morphologie et la constitution chromosomique.

b) Aux divers stades de préfloraison correspondent des étapes dans la formation des grains de pollen :

Stade 1 : éclatement : cellules-mères subissant la meïose.

Stade 2 : oreilles de souris : tétrades bien formées.

Stade 3 : début bouton vert : dissociation des tétrades suivie d'une croissance rapide des grains de pollen.

Stade 4 : début bouton rose : la forme des grains de pollen devient régulière et leur contenu cytoplasmique granuleux.

c) L'étude des microspores nous a permis de séparer nos onze variétés en deux groupes : diploïdes et triploïdes. Cependant, au cours de la formation et de l'évolution de ces microspores, seules les figures de la réduction chromatique sur lesquelles a été trouvé le nombre *n*, établirent une différence absolue entre les membres de chacun des deux groupes. L'examen des tétrades n'est pas susceptible de donner, à cet égard, des indications précises, puisque leur irrégularité, si elle est générale chez les variétés triploïdes, a été également notée chez certaines variétés diploïdes.

2. — LES ÉPOQUES DE FLORAISON

La figure 7 représente pour les onze variétés les époques de floraison en 1947 et 1948. Les variétés sont classées dans l'ordre d'apparition des premières fleurs en 1947. Chacune des périodes est figurée par un triangle noir en 1947 et pointillé en 1948. La base du triangle représente la durée totale de la floraison depuis l'apparition des premières fleurs sur l'arbre, stade facile à caractériser, jusqu'à la fin de la floraison, c'est-à-dire le moment où la plupart des pétales sont tombés. Quelques rares fleurs peuvent subsister pendant quelque temps encore, ce qui rend la notation de ce stade assez délicate. Le sommet du triangle indique la date de pleine floraison pour la variété considérée.

Le temps écoulé entre le début de la floraison de la variété la plus précoce et la fin de la floraison de la variété la plus tardive a été de 26 jours (19 avril au 15 mai) en 1947 et de 40 jours (26 mars au 5 mai) en 1948. Il est intéressant, pour expliquer cette différence, de comparer les graphiques représentant les températures quotidiennes maxima et minima pendant les périodes correspondantes de ces deux années (fig. 8 et 9) : les températures de 1947 sont plus élevées dans l'ensemble et présentent même des maxima égaux ou supérieurs à 25°, les températures de 1948 sont plus uniformes et ne présentent pas, pendant la période de floraison, de maxima supérieurs à 20°. En ce qui concerne les températures minima, il faut souligner que si, en 1948, les températures infé-

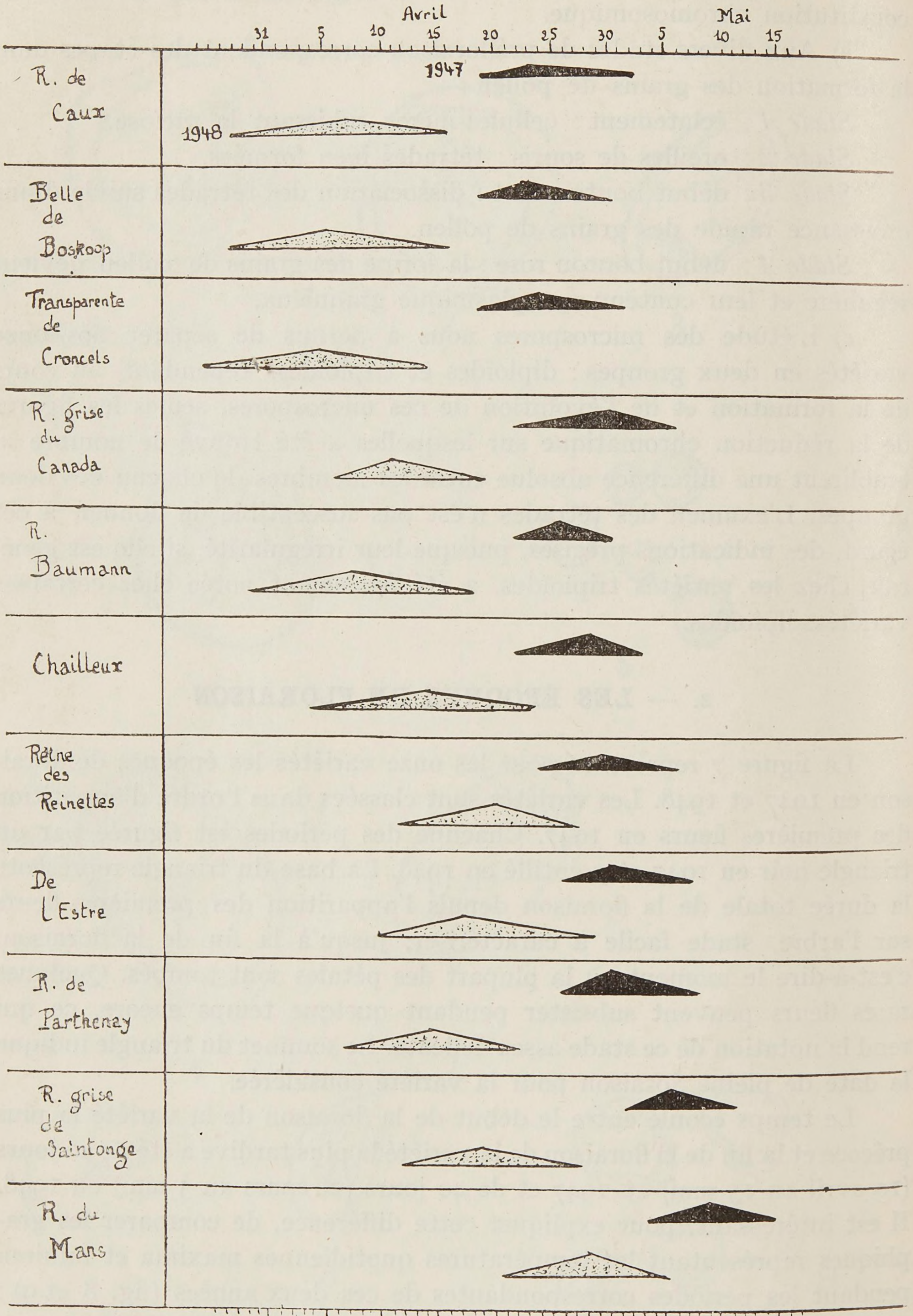


FIG. 7. — Les époques de floraison en 1947 et 1948.

rieures à 5° furent fréquentes, le thermomètre n'est jamais descendu au-dessous de + 1°3 (1er mai) en 1947 et de + 1°5 (28 avril) en 1948, pendant les périodes correspondant aux floraisons des onze variétés étudiées.

Le décalage entre les dates d'apparition des premières fleurs en 1947 et 1948 diffère suivant les variétés, se situant entre 24 jours pour Transparente de Croncels et 12 jours pour Reine des Reinettes.

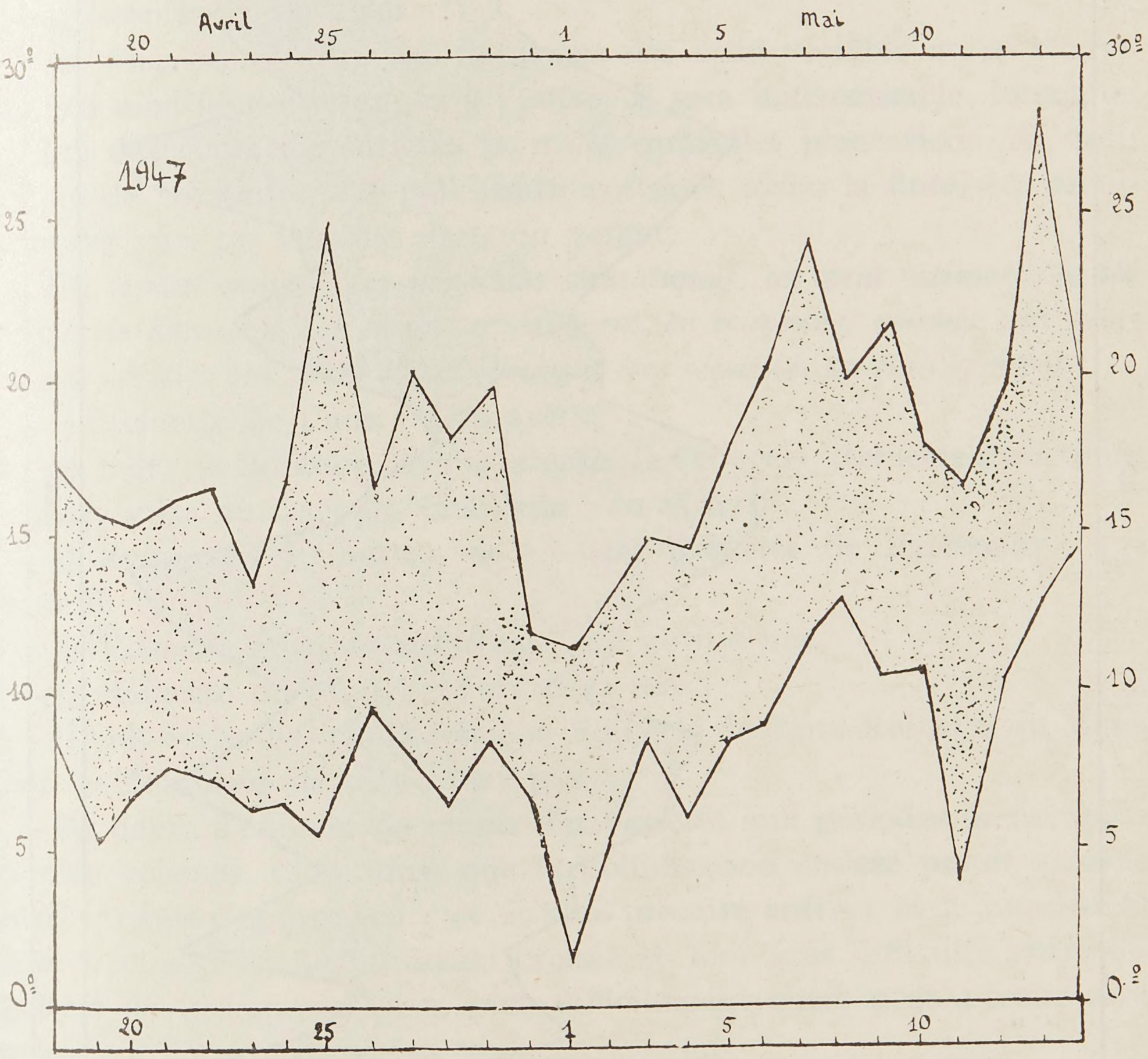


FIG. 8. — Diagramme des températures quotidiennes maxima et minima pendant la période des floraisons en 1947.

La durée de la floraison a été de 8 à 14 jours en 1947 et de 12 à 20 jours en 1948 pour chacune des variétés. Les températures de 1948 ayant été voisines de la normale pendant cette période, on peut estimer que la durée moyenne de la floraison est de 15 à 18 jours pour les variétés étudiées.

Toutes les variétés ne semblent pas réagir de la même façon au facteur température ; nous avons déjà signalé le comportement de Reinette grise du Canada, dont les dates d'apparition du stade 1 (débourrement) étaient peu éloignées en 1947 et en 1948 malgré l'action de températures très différentes ; or, les durées des périodes de floraison sont les mêmes

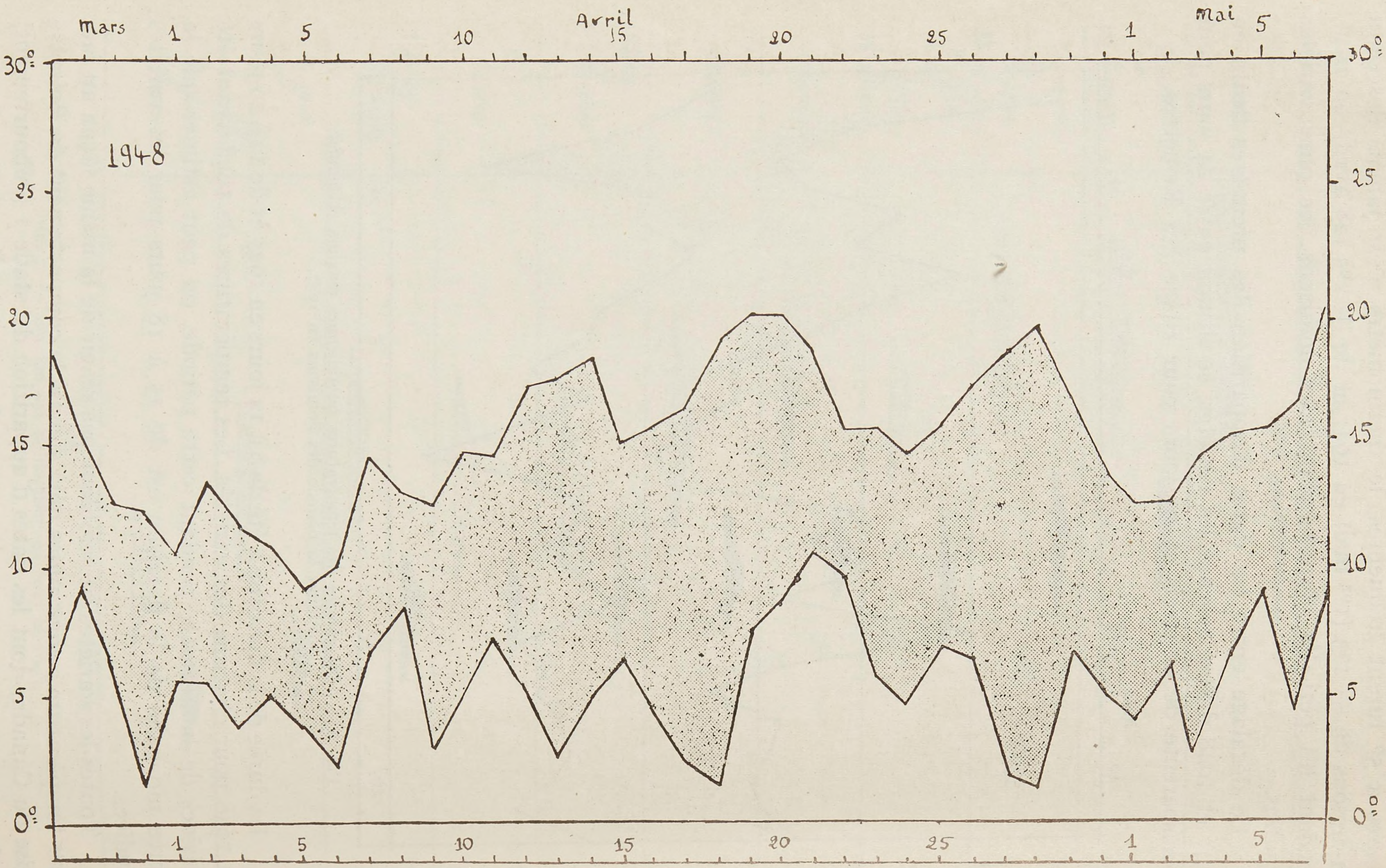


FIG. 9. — Diagramme des températures quotidiennes maxima et minima pendant la période des floraisons en 1948.

(13 jours) en 1947 et en 1948 pour cette variété, alors que les conditions climatiques étaient différentes.

Reine des Reinettes semble également peu sensible à l'action de la température pendant sa période de floraison qui s'étendait sur 12 jours en 1947 et 14 en 1948.

A l'autre extrême, il faut signaler des variétés telles que Reinette Baumann : 8 jours en 1947 contre 19 en 1948, Belle de Boskoop 11 jours en 1947 contre 19 en 1948.

En tous cas, l'ordre des floraisons des onze variétés ne se trouve que peu modifié d'une année à l'autre. Il sera indispensable, lorsqu'on établira des choix de variétés pour les nouvelles plantations, de tenir compte de cet ordre. La pollinisation croisée exige la floraison simultanée des variétés voisines dans un verger.

En tenant compte des normales climatiques, on peut estimer que les époques de floraison, à Rennes, se situeront, en moyenne, comme suit pour les onze variétés qui, à cet égard, peuvent être réparties en cinq groupes :

1) Reinette de Caux : 5-20 avril.

2) Belle de Boskoop, Transparente de Croncels, Reinette Baumann, Reinette grise du Canada, Chailleux : 10-25 avril.

3) Reine des Reinettes, de l'Estre, Reinette de Parthenay : 15-30 avril.

4) Reinette grise de Saintonge : 18 avril-2 mai.

5) Reinette du Mans : 28 avril-12 mai.

Il faut éviter des choix tels que Reinette de Caux-Reinette du Mans dont les floraisons ne coïncident pas.

On devra s'efforcer de réunir des variétés aux périodes de floraison les plus voisines. C'est ainsi que la pollinisation croisée paraît assurée entre variétés des groupes 1 et 2, plus précaire entre 1 et 3, impossible entre 1 et 4-5. La pollinisation croisée se fera sans difficulté entre les variétés des groupes 2 et 3, plus difficilement entre 2 et 4 ; elle sera impossible entre 2 et 5.

Les variétés des groupes 3 et 4 pourront être plantées dans le même verger sans inconvénient en ce qui concerne les époques relatives de floraison. Pour la variété dont la floraison est la plus tardive : Reinette du Mans, nous constatons que seule Reinette grise de Saintonge peut, à coup sûr, fournir du pollen à l'époque convenable.

3. — LES CARACTÉRES DES FLEURS

Nos divers essais et nos multiples observations nous ont permis de constater qu'il n'existait qu'exceptionnellement des cas de stérilité morphologique chez les onze variétés étudiées. Au cours de nos années d'expériences, nous avons examiné plusieurs milliers de fleurs, nous avons

trouvé seulement 2 fleurs incomplètes chez la variété Transparente de Croncels : elles étaient dépourvues de pistil ; les étamines macroscopiquement normales étaient insérées, ainsi que les pétales et les sépales, en bordure d'un réceptacle cupuliforme.

Dans l'étude des variétés de pommiers, on a trop souvent négligé les caractères des fleurs. Ces caractères sont constants et susceptibles d'aider à la reconnaissance des variétés lorsque l'étude des fruits ne peut apporter une réponse certaine.

Cependant il ne saurait être question d'établir ici, pour chacune de nos variétés, une fiche décrivant tous les caractères de ses pièces florales ; notre but essentiel est de déterminer s'il existe des corrélations entre la morphologie des fleurs et la constitution chromosomique des variétés auxquelles elles appartiennent.

Fleckinger (1938) avait noté une différence de grandeur et de coloration des fleurs entre variétés diploïdes et triploïdes.

Les études que nous avons entreprises en 1944, sur un grand nombre de variétés de pommiers à cidre, nous ayant montré des cas de variétés à excellent pollen et à fleurs très grandes et peu colorées, nous avons jugé intéressant d'examiner avec plus de détails les fleurs de nos onze variétés, sous ce rapport.

a) *boutons* : Les observations ont été faites deux jours environ avant l'ouverture de la fleur. Les colorations suivantes ont été notées :

— *rouges* : Chailleux, Reinette Baumann, Reinette grise de Saintonge.

— *roses* : Reine des Reinettes, Reinette grise du Canada, Reinette de Caux, de l'Estre, Reinette du Mans.

— *roses pâles* : Reinette de Parthenay, Belle de Boskoop, Transparente de Croncels.

Il faut signaler que la variété Chailleux se distingue très nettement des dix autres par la forme globuleuse et la coloration très prononcée de ses boutons.

Il semble difficile de trouver une corrélation entre les colorations des boutons et la constitution chromosomique puisque nous remarquons parmi les variétés les moins colorées, une seule des triploïdes (Belle de Boskoop) et deux diploïdes.

b) *coloration des pétales* :

— *roses* : Reinette de Caux, Reinette Baumann, Reinette grise du Canada, Chailleux, Reinette grise de Saintonge.

— *roses pâles* : Reine des Reinettes, Belle de Boskoop, De l'Estre.

— *blancs* : Reinette de Parthenay, Transparente de Croncels, Reinette du Mans.

Nous constatons que les deux variétés triploïdes ne sont pas classées parmi les variétés aux fleurs les moins colorées.

c) *taille et forme des pétales* :

La figure 10 représente les pétales des onze variétés classés par ordre de grandeur. Leurs dimensions moyennes (longueur × largeur) ont

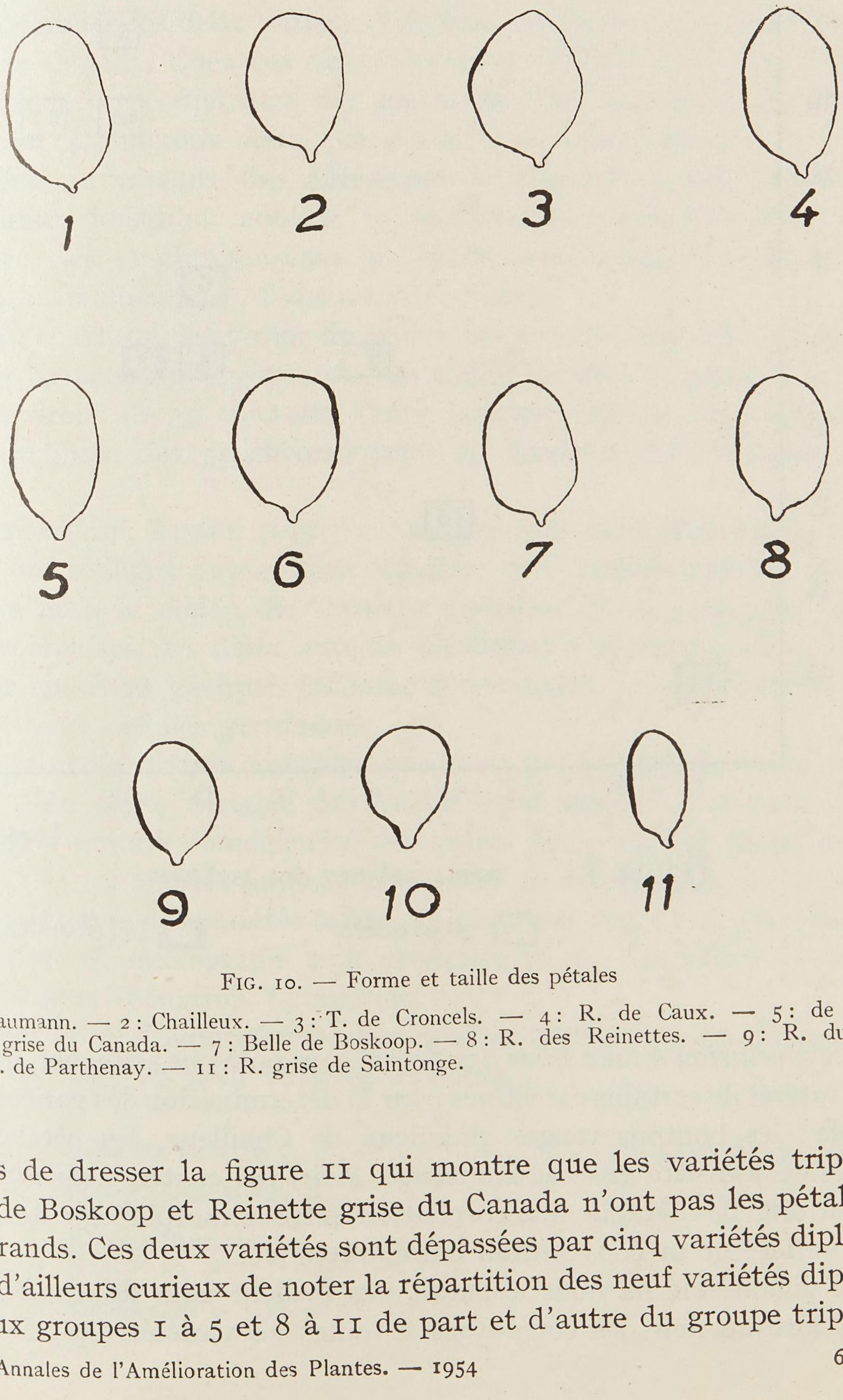


FIG. 10. — Forme et taille des pétales

1 : R. Baumann. — 2 : Chailleux. — 3 : T. de Croncels. — 4 : R. de Caux. — 5 : de l'Estre. 6 : R. grise du Canada. — 7 : Belle de Boskoop. — 8 : R. des Reinettes. — 9 : R. du Mans. 10 : R. de Parthenay. — 11 : R. grise de Saintonge.

permis de dresser la figure 11 qui montre que les variétés triploïdes Belle de Boskoop et Reinette grise du Canada n'ont pas les pétales les plus grands. Ces deux variétés sont dépassées par cinq variétés diploïdes. Il est d'ailleurs curieux de noter la répartition des neuf variétés diploïdes en deux groupes 1 à 5 et 8 à 11 de part et d'autre du groupe triploïde.

De même que la taille, la forme des pétales semble différer suivant les variétés : formes arrondies chez Chailleux, Transparente de Croncels, Reine des Reinettes, Belle de Boskoop, Reinette de Parthenay, formes allongées chez Reinette de Caux, de l'Estre et surtout Reinette grise de Saintonge.

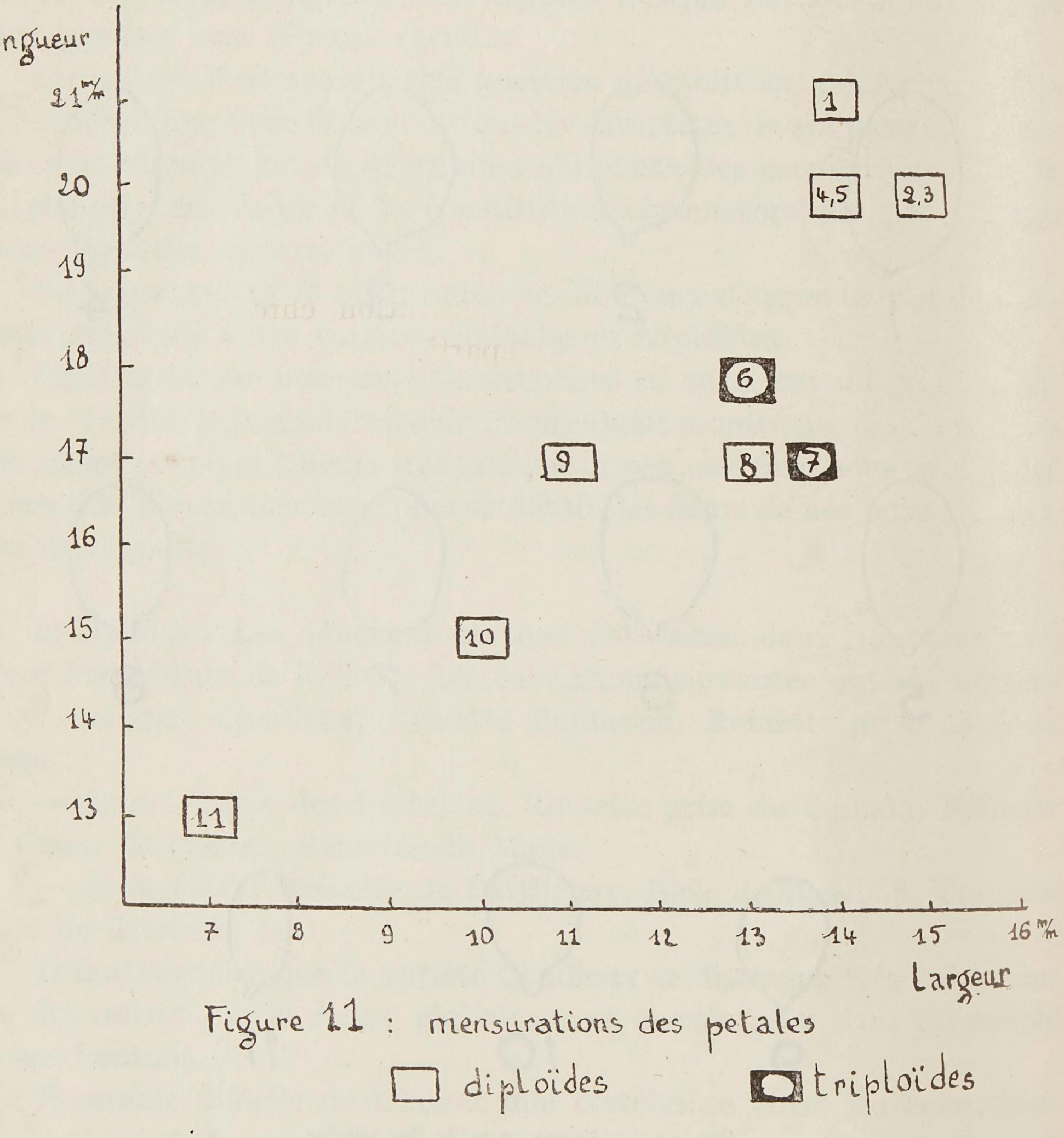


Figure 11 : mensurations des petales

□ diploïdes ■ triploïdes

En conclusion à cette étude des fleurs, nous pouvons souligner, au passage, l'intérêt de certains caractères pour la détermination des variétés, par exemple : les boutons rouges globuleux de Chailleux, les pétales très allongés de Reinette grise de Saintonge. Mais, par contre, nous estimons qu'il est difficile d'établir une corrélation entre la morphologie des fleurs d'une variété et sa constitution chromosomique.

Le gigantisme ne nous apparaît pas évident chez les variétés triploïdes lorsque nous les comparons à toutes les variétés diploïdes.

4. — ÉTUDE DES POLLENS

A. — Morphologie des grains

L'examen rapide, dans une goutte pendante de solution sucrée, du pollen de nos onze variétés, permet de différencier immédiatement des autres variétés les deux variétés triploïdes Belle de Boskoop et Reinette grise du Canada. Chez ces deux variétés, en effet, ainsi que le montre la figure 12-1, le diamètre des grains est très irrégulier, les plus gros mesurant 40 microns alors que d'autres ne comptent que 30 microns ou même 20 microns. Ces différences de dimensions sont parfaitement explicables lorsqu'on connaît la constitution chromosomique de ces variétés : les 51 chromosomes se répartissent irrégulièrement entre les grains au moment des divisions réductrices.

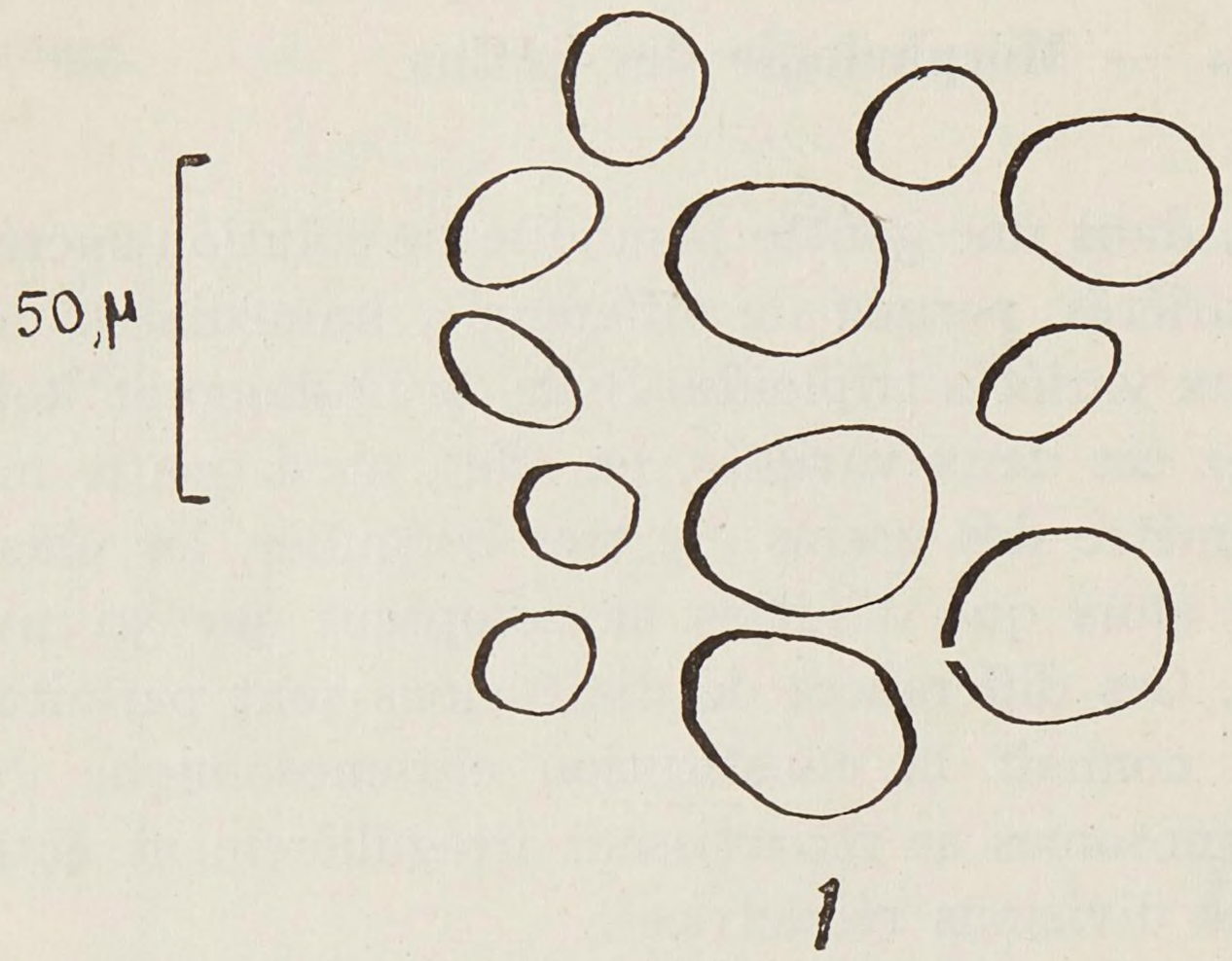
Au contraire, les grains de pollen des variétés diploïdes ont des diamètres beaucoup plus réguliers : les tailles les plus fréquentes se situent aux environs de 30 microns. Cette homogénéité est due à la répartition équilibrée des 34 chromosomes au moment des divisions réductrices.

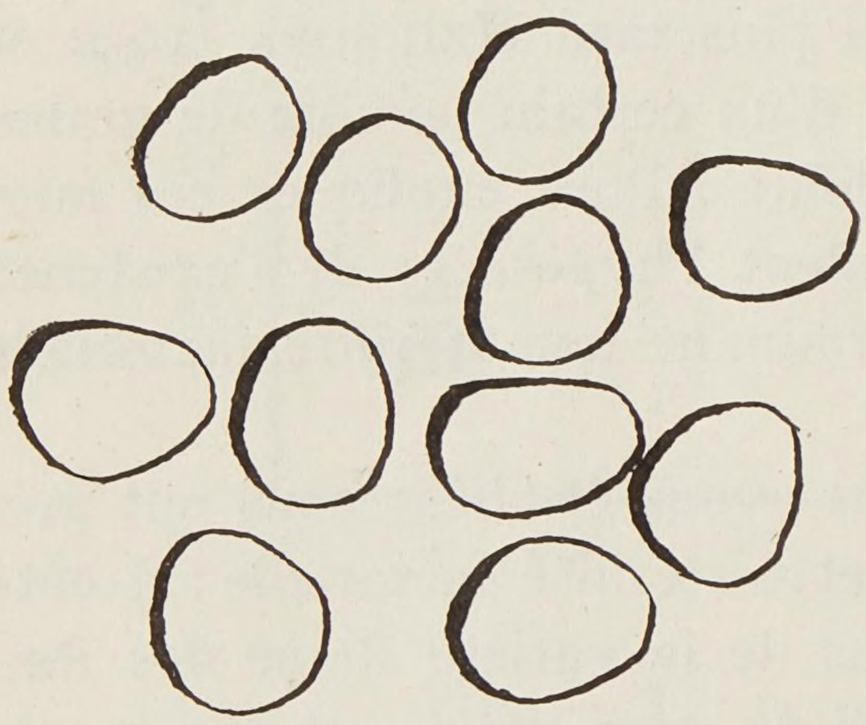
Cependant KOBEL (1931) et un peu plus tard HEILBORN (1932 et 1935) ont souligné l'apparition régulière d'un certain nombre de grains avortés dans le pollen des variétés diploïdes. Pour expliquer ces faits plus complexes, les deux auteurs formulent l'hypothèse de l'existence de combinaisons géniques léthales déterminant une stérilité factorielle de certaines cellules germinales.

Les neuf variétés diploïdes que nous avons étudiées nous ont présenté à un degré variable des cas de cette stérilité factorielle : à côté de la très grande homogénéité des grains de la variété Reine des Reinettes (fig. 12-2) chez laquelle le nombre de micrograins est à peine de 1 %, on trouve des variétés telles que Chailleux (fig. 12-3), chez lesquelles le nombre de micrograins peut atteindre 10 %. Ces grains avortés ont un diamètre d'environ 15 microns.

Par ordre d'homogénéité décroissante nous avons pu classer comme suit, en 1948, les neuf variétés diploïdes :

Reine des Reinettes	1 %	de micrograins
De l'Estre	2 %	—
Reinette grise de Saintonge	2 %	—
Reinette de Parthenay	2 %	—
Reinette Baumann	3 %	—
Reinette de Caux	5 %	—
Reinette du Mans	6 %	—
Transparente de Croncels	8 %	—
Chailleux	10 %	—





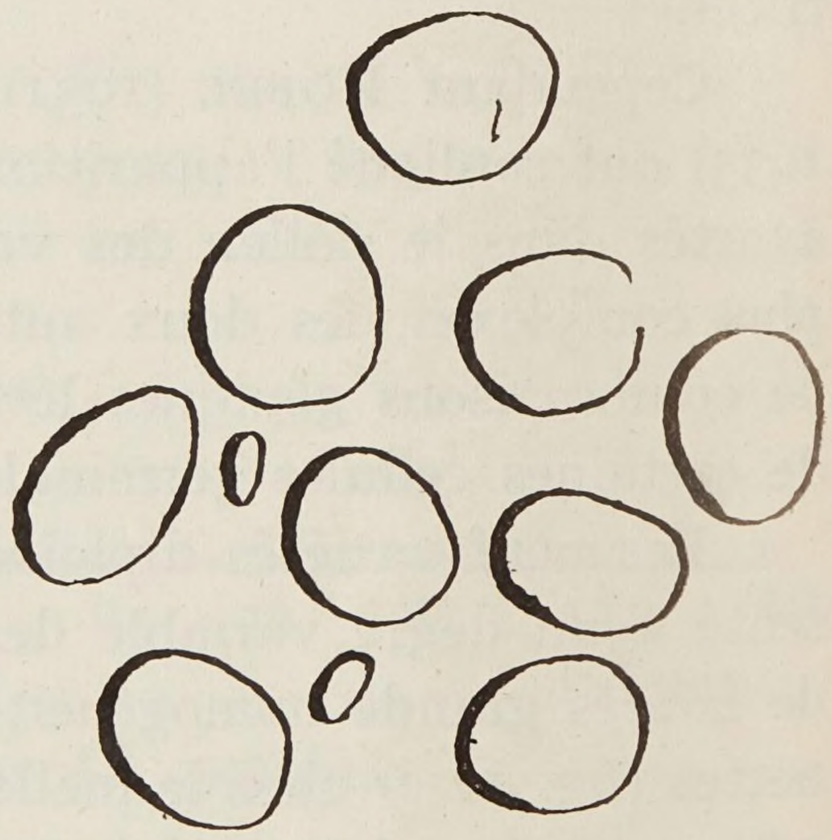


FIG. 12. — Morphologie des grains de pollen
1 : Reinette grise du Canada. — 2 : Reine des Reinettes. — 3 : Chailleux.

B. — Qualité germinative des grains de pollen

Nous avons utilisé les 2 milieux : goutte pendante de solution sucrée à 10 % et milieu solide gélosé sucré à 10 % dont la confection a été exposée au chapitre II — Matériel et Techniques.

Une étude comparative, effectuée en 1948, des germinations dans les deux milieux nous a donné les résultats suivants en pourcentage de grains germés après 24 heures :

	Milieu solide gélosé	Goutte pendante
	—	—
Reine des Reinettes	93	95
De l'Estre	90	92
Reinette grise de Saintonge	90	90
Reinette de Caux	87	88
Reinette Baumann	80	85
Reinette de Parthenay	78	76
Chailleux	72	73
Reinette du Mans	66	64
Transparente de Croncels	64	62
Reinette grise du Canada	20	16
Belle de Boskoop	10	8

Nous constatons que les deux méthodes donnent des résultats à peu près semblables ; la différence la plus forte : 5 %, se trouve chez Reinette Baumann, alors que chez la plupart des autres variétés, on note 2 % seulement d'écart en plus ou en moins suivant la variété.

Au cours de cette série d'essais, les conditions de températures étaient les mêmes : boîtes de Pétri et lames portant les petites chambres humides étaient maintenues dans un coin sombre du laboratoire ; les températures oscillèrent, pendant les périodes de 24 heures nécessaires aux germinations, entre 14 ° et 18°. Pour chacune des variétés 3 boîtes de Pétri et 3 gouttes pendantes furent ensemencées.

Nous avons veillé, d'autre part, à ce que la densité des grains de pollen soit sensiblement la même dans toutes nos préparations : une trentaine de grains par champ soit 250 à 300 grains par goutte pendante. Les comptages portèrent sur 200 grains environ par préparation.

L'examen des résultats donnés ci-dessus permet de classer nos variétés en deux groupes :

1° Celles à mauvais pollen, dont le pourcentage de germination est inférieur à 30 % : Reinette grise du Canada et Belle de Boskoop. Les microphotos 1 et 2 montrent de nombreux grains sans aucune ébauche de tubes polliniques. Les grains germés de tailles très variables possèdent des tubes dont la longueur nous apparaît très faible chez Belle de Boskoop (100 microns environ).

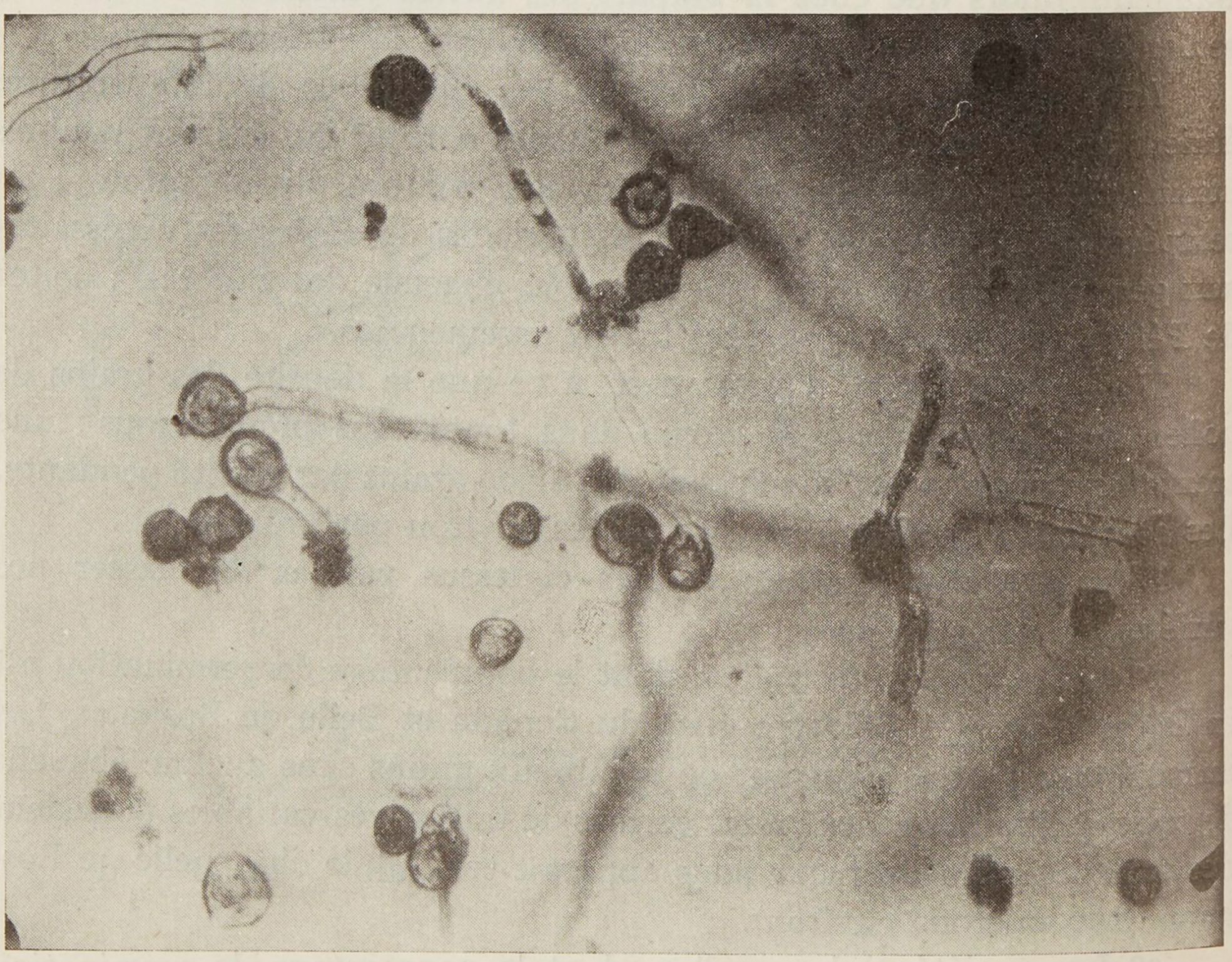
2° Les variétés à bon pollen, dont le pourcentage de germination est supérieur à 60 %. Ce groupe qui renferme les variétés diploïdes pro-

duit, ainsi que l'indiquent les microphotos 3 à 11, des tubes polliniques très longs atteignant plus de 600 microns chez Reine des Reinettes (microphoto 3), alors que chez Reinette Baumann la longueur moyenne est d'environ 300 microns.

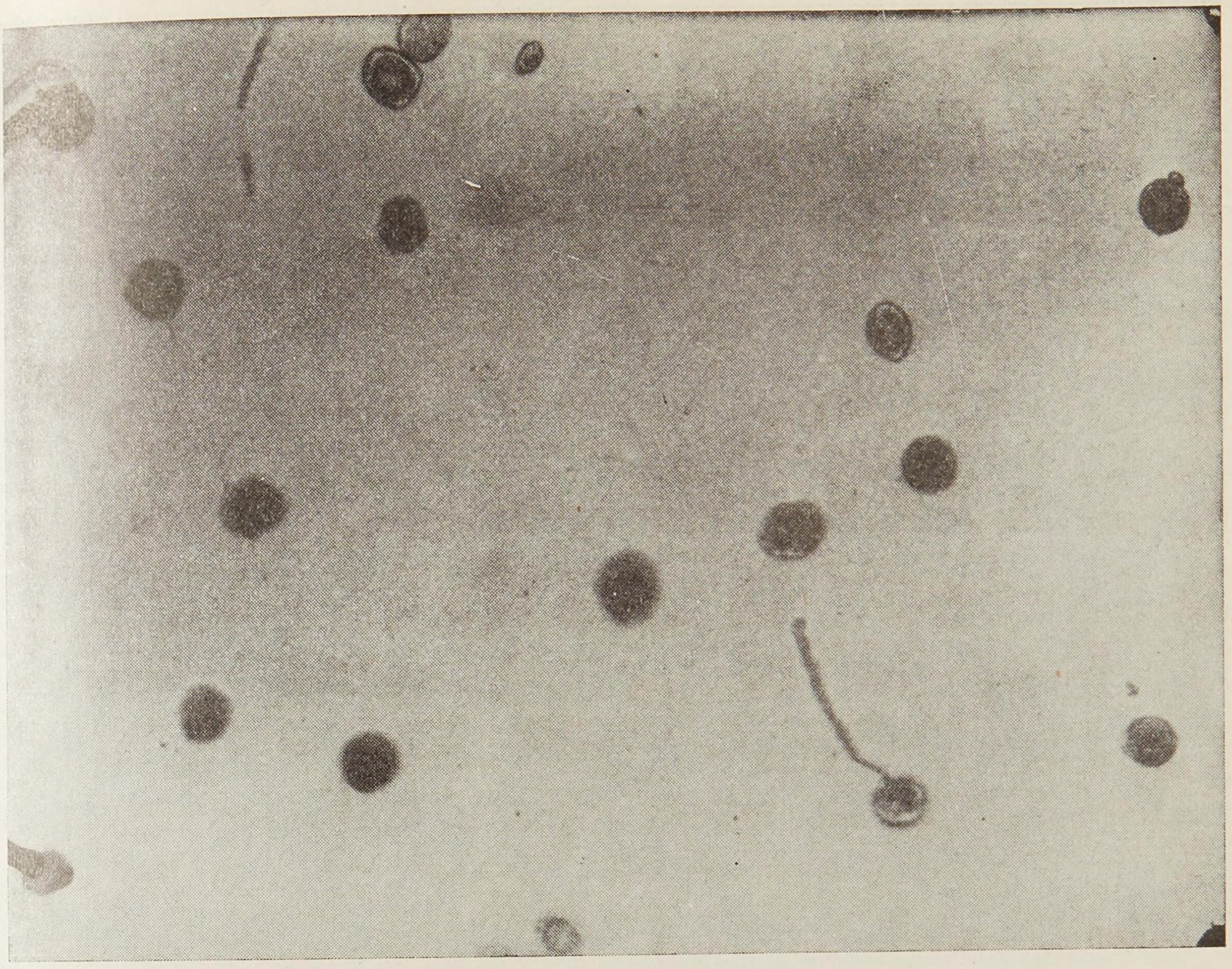
Reinecke (1929) pense qu'il existe pour chaque variété une longueur moyenne déterminée du tube pollinique. Nous avons effectivement constaté, ainsi que nous venons de l'indiquer, de grosses différences de longueur parmi nos variétés, mais nous pensons que la croissance des tubes polliniques se trouve trop sous la dépendance des conditions du milieu pour constituer un caractère variétal intéressant.

Par ailleurs, l'examen des microphotos appelle un autre commentaire : en effet, si tous les micrograins restent stériles, il existe un certain nombre de grains qui, bien qu'ayant une taille normale, semblent totalement vides : les pollens de transparente de Croncels (microphoto 11), Reinette du Mans (microphoto 10) et surtout Reinette Baumann (microphoto 7).

En plus de cette étude comparative des germinations dans les deux milieux, le solide et le liquide, nous avons entrepris plusieurs séries d'essais en modifiant les conditions d'expérience exposées précédemment.

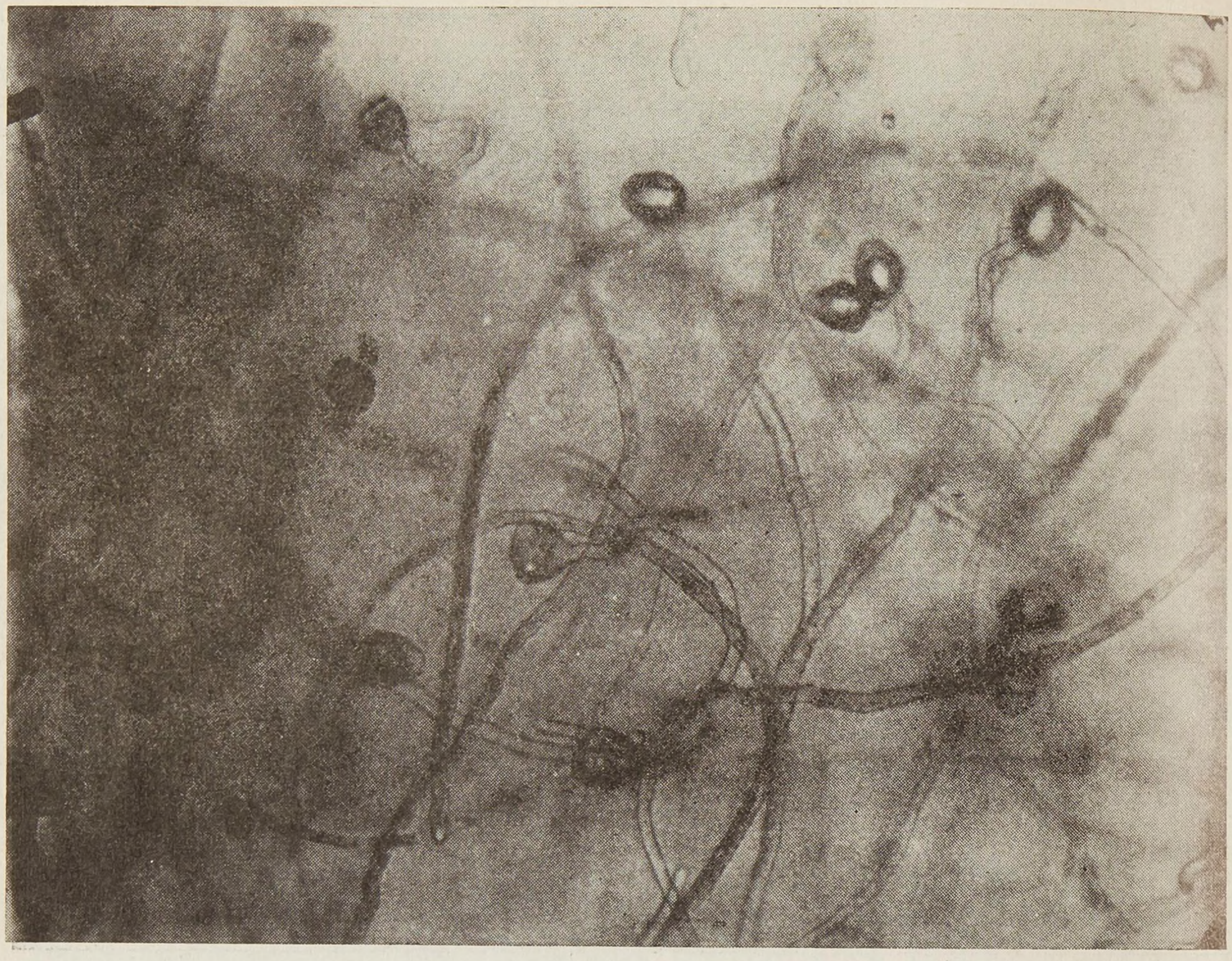


Microphoto 1 = Reinette grise du Canada

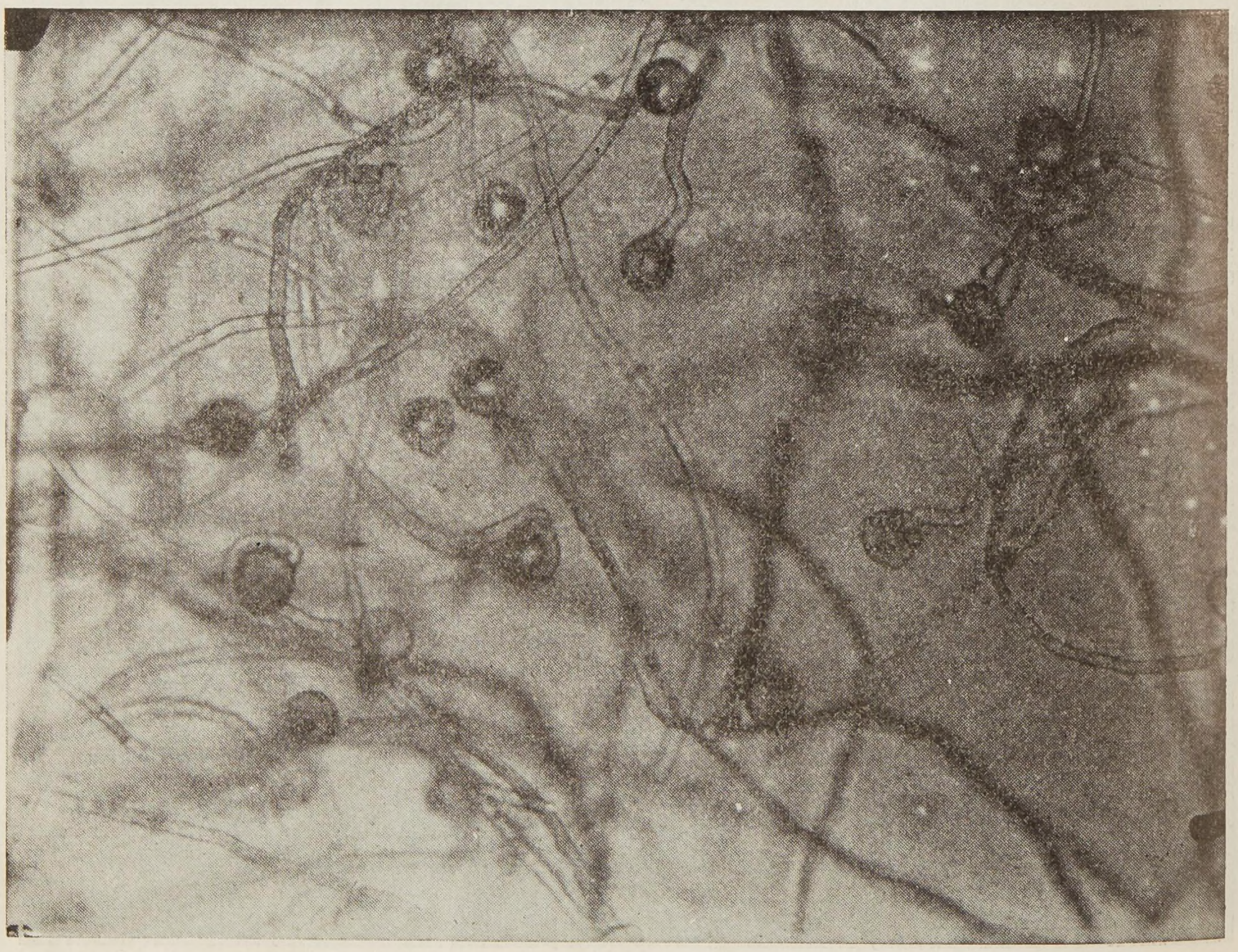


Microphoto 2 = Belle de Boskoop

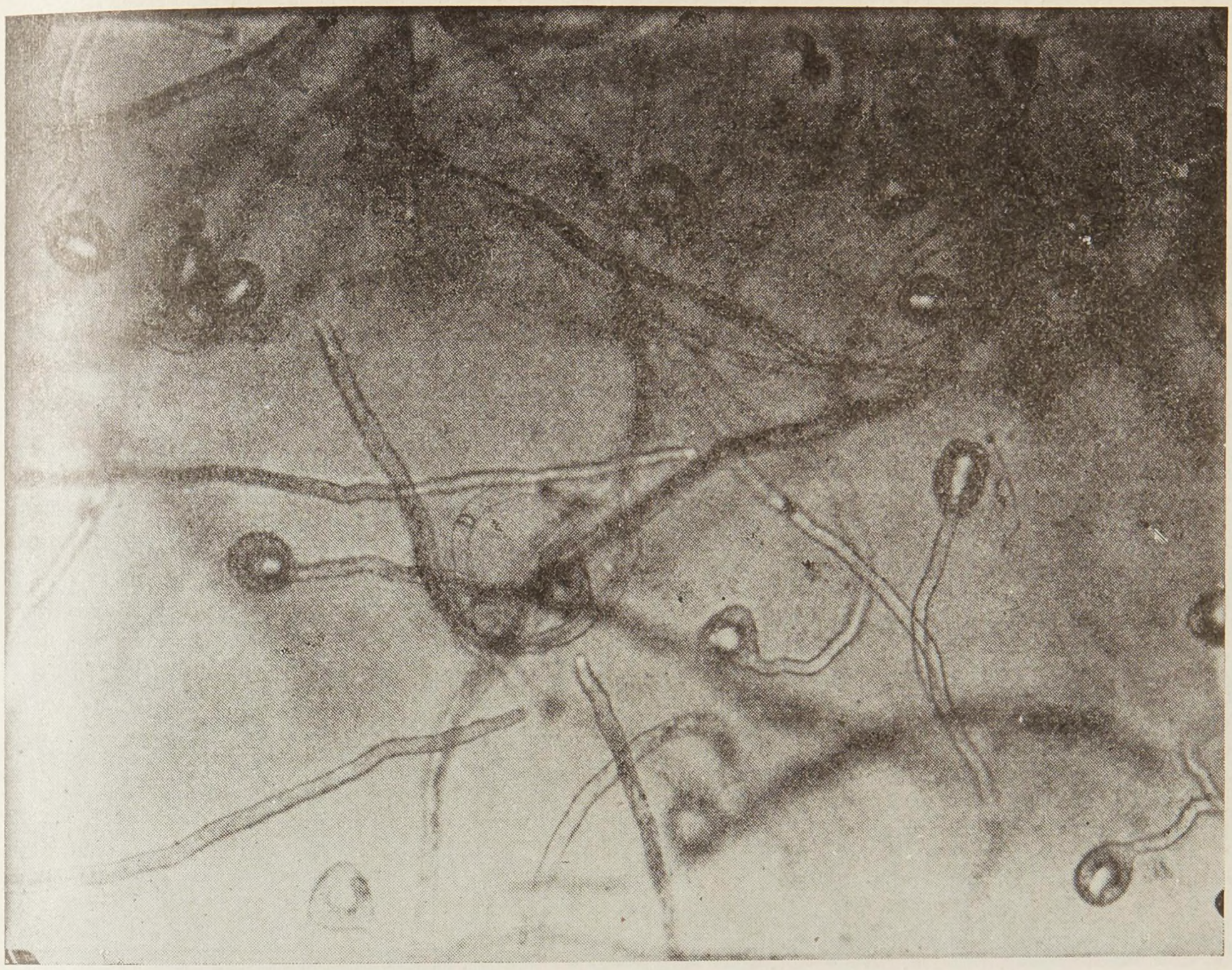
Microphoto 3 = Reine des Reinettes



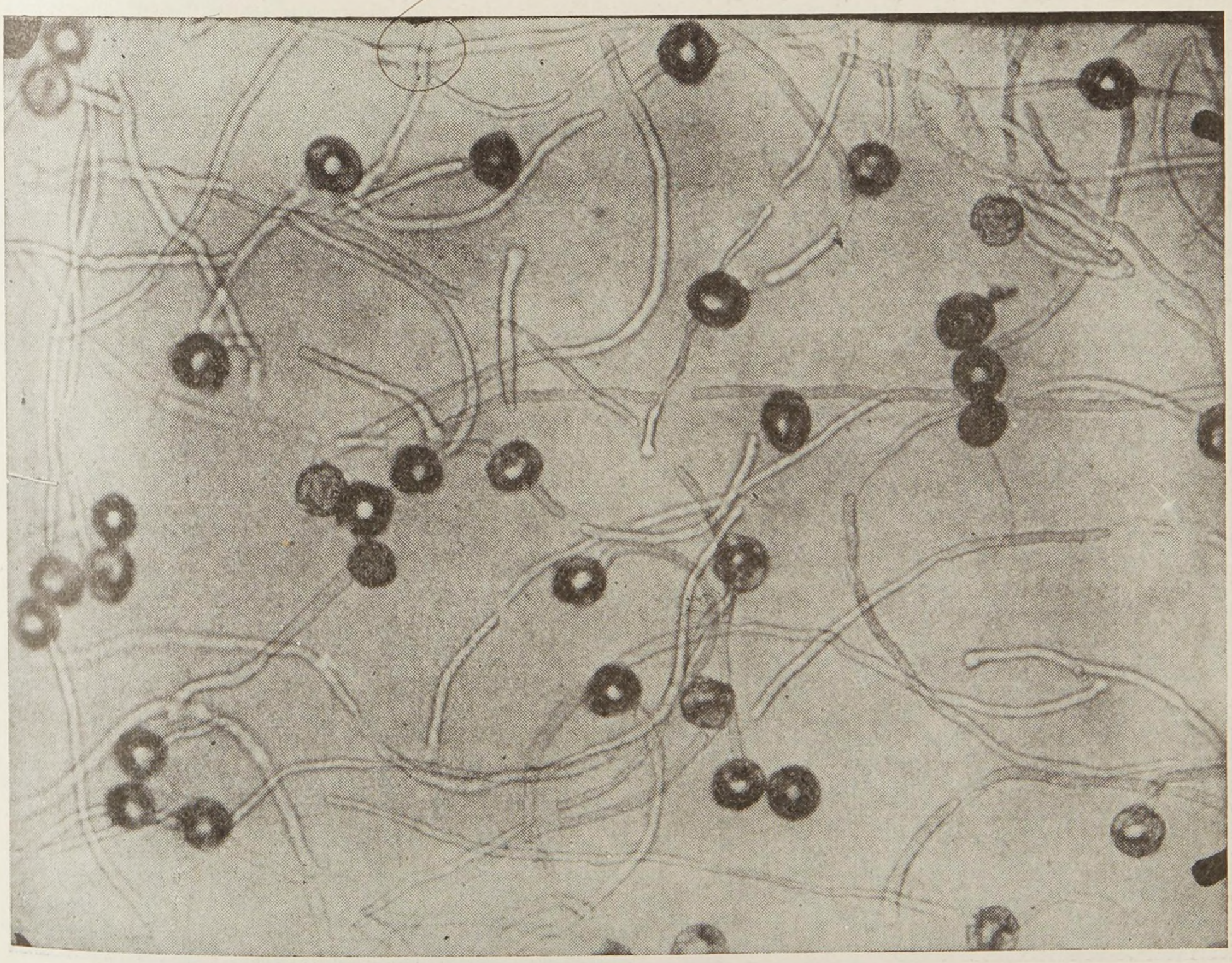
Microphoto 4 = De L'Estre



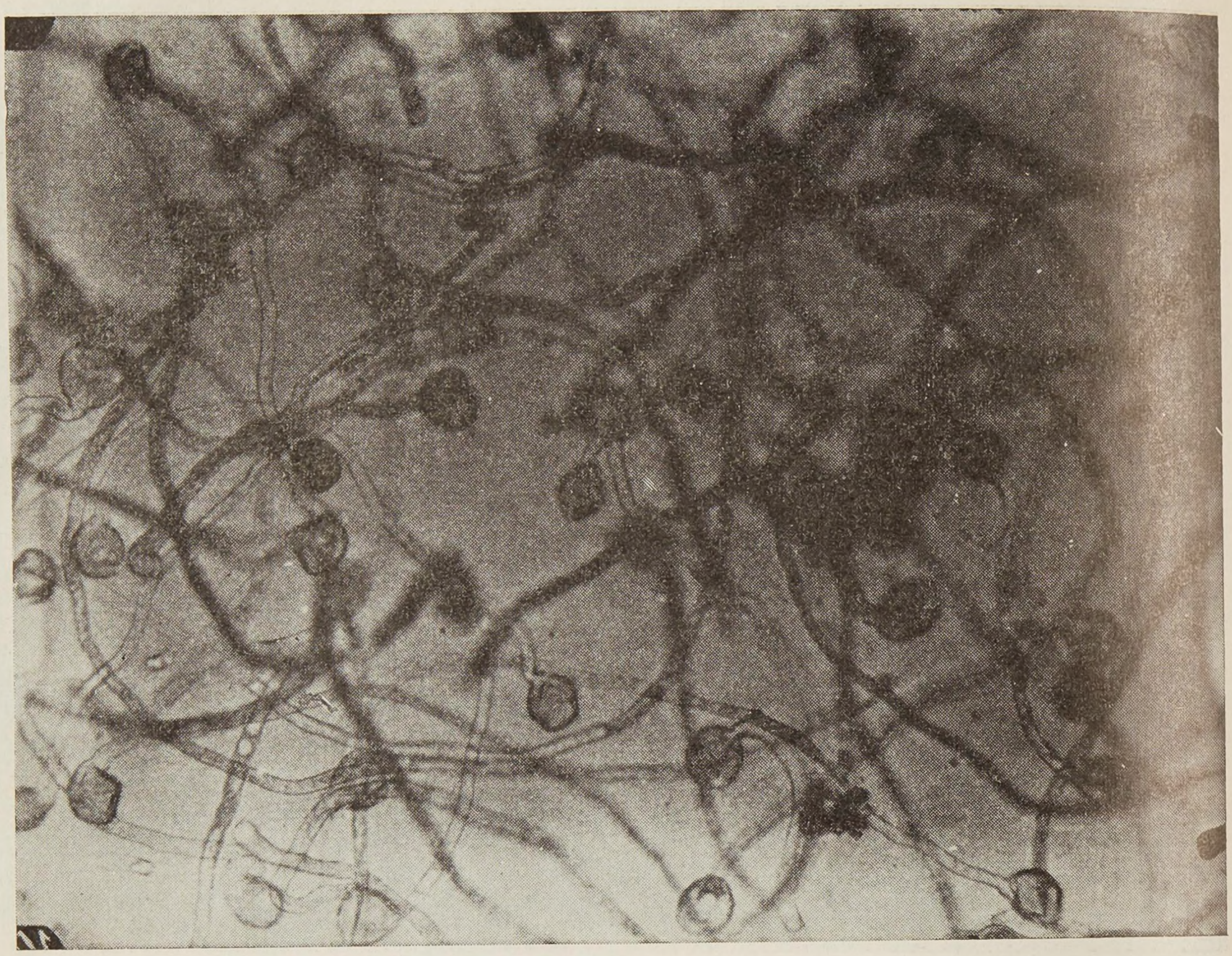
Microphoto 5 = Reinette grise de Saintonge



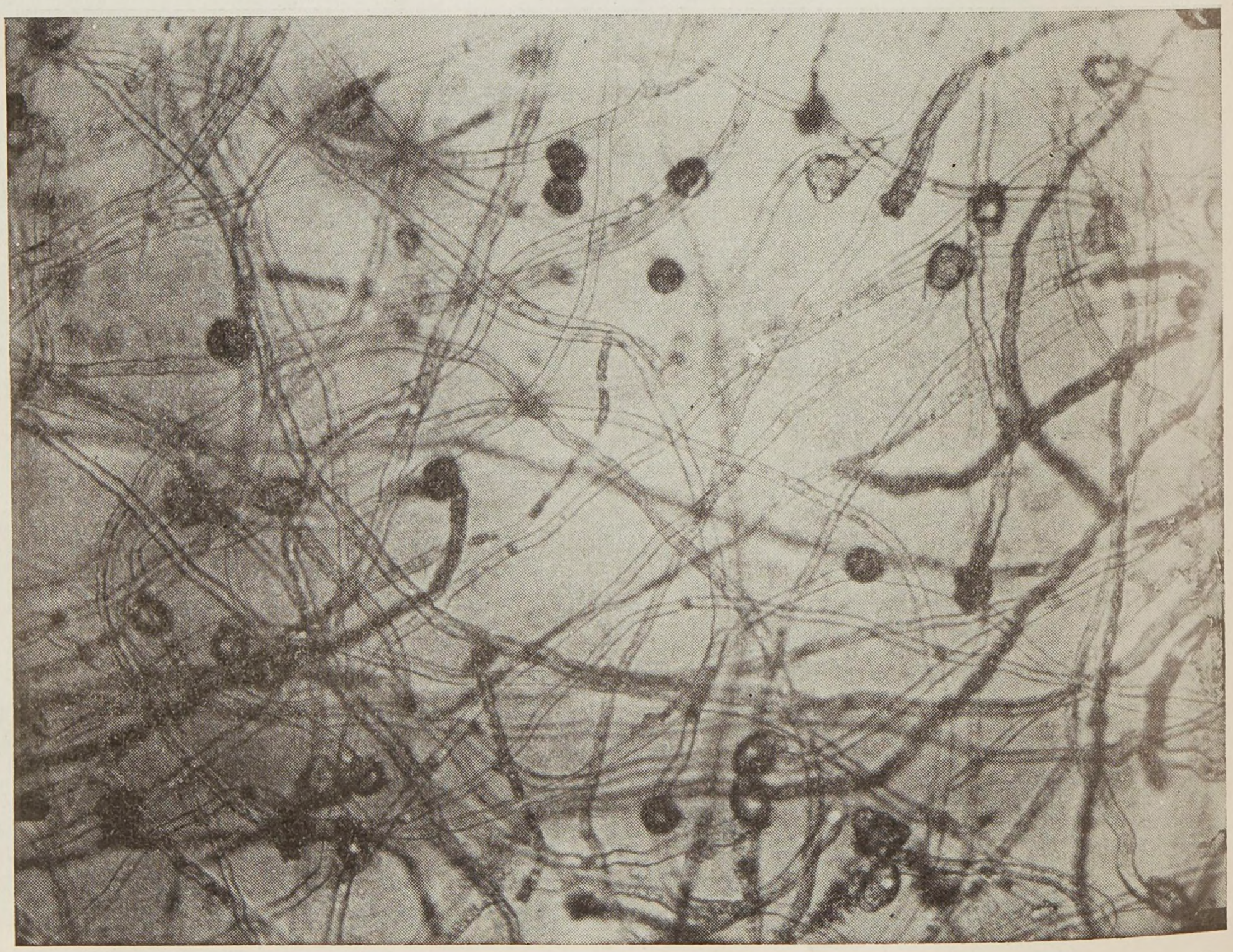
Microphoto 6 = Reinette de Caux



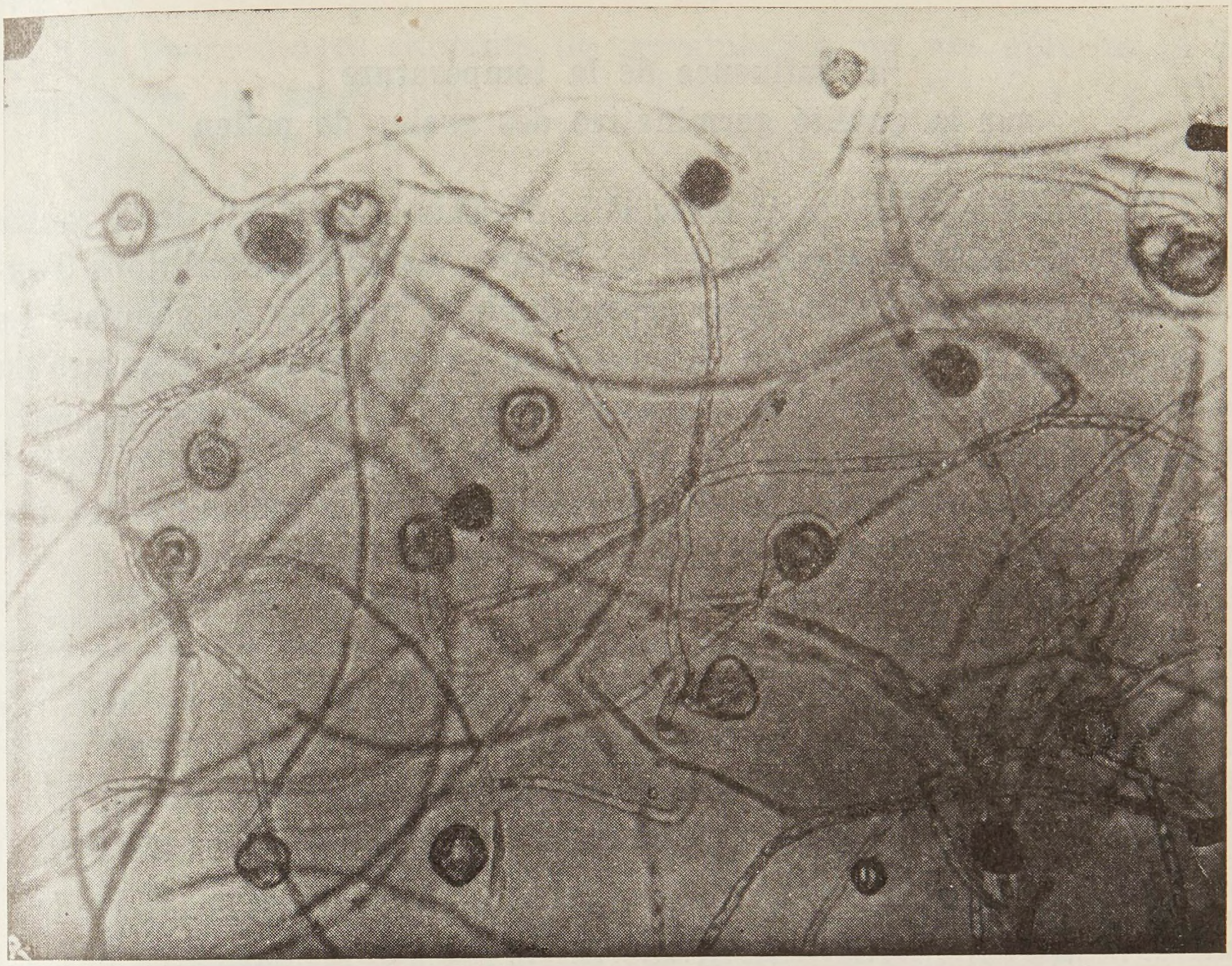
Microphoto 7 = Reinette Baumann



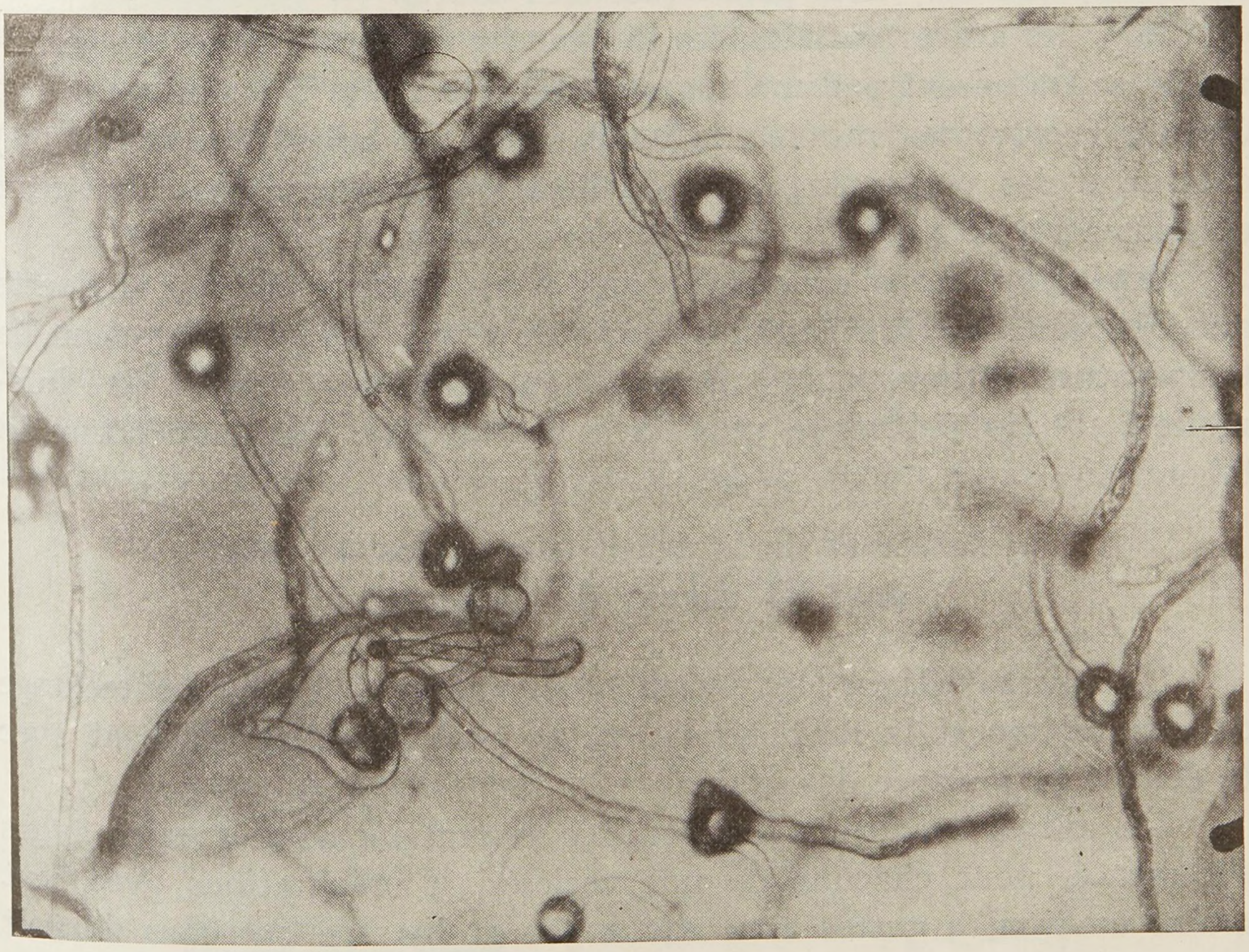
Microphoto 8 = Reinette de Parthenay



Microphoto 9 = Chailleux



Microphoto 10 = Reinette du Mans



Microphoto 11 = Transparente de Croncels

a) Influence de la température sur la qualité germinative des grains de pollen

Nous avons utilisé pour cette série d'essais la méthode de la goutte pendante de solution sucrée à 10 %. Toutes les autres conditions d'expérience restant les mêmes que précédemment, nous avons comparé les pourcentages de germination obtenus à 10°, 20° et à la température du laboratoire : 14° à 18°. Une première série de préparations est placée dans un réfrigérateur réglé à 10°, une autre série dans une étuve réglée à 20°. Les pourcentages ont été établis en prenant la moyenne des germinations des 3 préparations étudiées à chaque température.

	10°	20°	Laboratoire
Reine des Reinettes	91	96	95
De l'Estre	87	91	92
Reinette grise de Saintonge	81	95	90
Reinette de Caux	84	85	88
Reinette Baumann	79	80	85
Reinette de Parthenay	74	80	76
Chailleux	20	74	73
Reinette du Mans	61	65	64
Transparente de Croncels	58	64	62
Reinette grise du Canada	8	15	16
Belle de Boskoop	6	12	8

Deux variétés semblent très sensibles au froid : Chailleux et Reinette grise de Saintonge. Les grains germés à 10° n'ont formé, au bout de 24 heures, que des tubes polliniques très courts.

Pour les autres variétés, les différences de pourcentages de germination se traduisent par une augmentation de 1 à 7 % entre 10° et 20°. Chez la plupart des variétés, la température du laboratoire (14° à 18°) détermine des pourcentages de germination intermédiaire entre ceux obtenus à 10° et 20°.

Cependant, nous constatons que pour quatre variétés : Reinette grise du Canada, De l'Estre, Reinette de Caux, Reinette Baumann, la température optima pour la germination des pollens semble être inférieure à 20° : les chiffres les plus élevés sont atteints à la température du laboratoire.

b) Influence de la densité des grains de pollen dans les milieux de germination

L'auteur soviétique GOLUBINSKY a signalé en 1946 que le pourcentage de germination et la longueur des tubes polliniques s'accroissent avec la densité plus élevée des grains.

Les autres conditions d'expérience restant inchangées, nous avons ensemencé, pour chacune de nos variétés, 3 préparations avec cent grains environ, 3 autres avec 250 à 300 grains : ce qui nous donnait 10 grains par champ dans le premier cas et 30 dans le deuxième cas.

Les pourcentages suivants de germination ont été obtenus, à la température du laboratoire :

	Densité forte	Densité faible
Reine des Reinettes	95	95
De l'Estre	92	94
Reinette grise de Saintonge	90	87
Reinette de Caux	88	89
Reinette Baumann	85	84
Reinette de Parthenay	76	74
Chailleux	73	76
Reinette du Mans	64	62
Transparente de Croncels	62	62
Reine grise du Canada	16	22
Belle de Boskoop	10	4

Il résulte de l'examen de ces chiffres que les écarts sont faibles entre les deux séries : 0 à 3 % chez les variétés diploïdes. On constate que, suivant les variétés, l'augmentation de densité améliore ou au contraire diminue la germination. Dans tous les cas l'écart est négligeable.

Chez les variétés triploïdes, les écarts sont plus forts : 6 %, mais en sens inverse, chez Belle de Boskoop et Reinette grise du Canada.

c) Influence des stigmates sur la qualité germinative Les pollens des différentes variétés

Pour apporter notre contribution à l'étude de l'autostérilité chez le pommier, il nous a paru intéressant d'ajouter des stigmates appartenant aux diverses variétés étudiées, au milieu de germination.

En 1947 et 1948 nous avons étendu nos expériences qui, dès 1944, nous avaient donné quelques résultats.

La méthode de la goutte pendante est utilisée : en même temps que les grains de pollen nous apportons à ce milieu un stigmate. Les stigmates ont tous été prélevés sur des fleurs se trouvant au même stade ; ils ont été coupés soigneusement au rasoir. Les pourcentages de germination suivants ont été obtenus chez nos variétés qui sont classées dans l'ordre de leurs qualités germinatives en milieu normal :

1. — *Reine des Reinettes*

	1947	1948
Sans addition de stigmate	96	95
Avec stigmates de :		
Reine des Reinettes	90	88
Reinette grise de Saintonge		97
Reinette de Caux	96	96
Reinette Baumann	95	96
Reinette de Parthenay	86	88
Chailleux	90	90
Transparente de Croncels		96
Reinette grise du Canada	89	90
Belle de Boskoop	80	75

2. — *De l'Estre*

	1947	1948
Sans addition de stigmate	90	92
Avec stigmates de :		
De l'Estre	85	83
Reine des Reinettes	91	94
Reinette grise de Saintonge		93
Reinette de Caux	93	90
Reinette Baumann	92	95
Reinette de Parthenay		88
Chailleux		95
Reinette grise du Canada	86	82
Belle de Boskoop		85

3. — *Reinette grise de Saintonge*

	1947	1948
Sans addition de stigmate	90	90
Avec stigmates de :		
Reinette grise de Saintonge		84
Reine des Reinettes		91
De l'Estre		88
Reinette de Parthenay		90
Reinette du Mans		92
Reinette grise du Canada		78

4. — *Reinette de Caux*

	1947	1948
Sans addition de stigmate	84	88
Avec stigmates de :		
Reinette de Caux	82	86
Reine des Reinettes		92
Reinette Baumann	88	92
Reinette de Parthenay		88
Chailleux	90	90
Transparente de Croncels	80	84
Reinette grise du Canada	82	85
Belle de Boskoop	83	84

5. — *Reinette Baumann*

	1947	1948
Sans addition de stigmate	78	85
Avec stigmates de :		
Reinette Baumann	72	76
Reine des Reinettes		86
De l'Estre		85
Reinette de Caux	81	86
Reinette de Parthenay		82
Chailleux		86
Transparente de Croncels	84	
Reinette grise du Canada		78
Belle de Boskoop	73	76

6. — *Reinette de Parthenay*

	1947	1948
Sans addition de stigmate	85	76
Avec stigmates de :		
Reinette de Parthenay	76	70
Reine des Reinettes	76	75
De l'Estre	72	75
Reinette grise de Saintonge		86
Reinette de Caux		83
Reinette Baumann	88	86
Chailleux		85
Reinette grise du Canada		72
Belle de Boskoop		75

7. — *Chailleux*

	1947	1948
Sans addition de stigmate	75	73
Avec stigmates de :		
Chailleux	75	72
Reine des Reinettes		85
De l'Estre		83
Reinette grise de Saintonge		86
Reinette de Caux		88
Reinette Baumann	85	85
Transparente de Croncels	82	88
Reinette grise du Canada	70	68
Belle de Boskoop	72	70

8. — *Reinette du Mans*

	1947	1948
Sans addition de stigmate	68	64
Avec stigmates de :		
Reinette du Mans	66	60
Reinette grise de Saintonge	70	68

9. — *Transparente de Croncels*

	1947	1948
Sans addition de stigmate	63	62
Avec stigmates de :		
Transparente de Croncels		58
Reine des Reinettes		70
Reinette de Caux		55
Reinette Baumann		65
Chailleux		64
Reinette grise du Canada		54
Belle de Boskoop		49

10. — *Reinette grise du Canada*

	1947	1948
Sans addition de stigmate	18	16
Avec stigmates de :		
Reinette grise du Canada	16	13
Reine des Reinettes		21
De l'Estre		18
Reinette de Caux	23	19
Reinette Baumann	15	20
Chailleux	20	18
Transparente de Croncels	12	11
Belle de Boskoop	7	13

11. — *Belle de Boskoop*

	1947	1948
Sans addition de stigmate	25	10
Avec stigmates de :		
Belle de Boskoop	20	8
Reine des Reinettes		13
De l'Estre		13
Reinette de Caux	28	12
Reinette Baumann	27	12
Reinette de Parthenay		7
Chailleux	28	13
Transparente de Croncels	25	10
Reinette grise du Canada	20	11

Ces résultats font apparaître pour le pollen d'une même variété des pourcentages de germination différents suivant les stigmates ajoutés au milieu de germination.

L'action de la température ne peut être rendue responsable de ces écarts ; en effet, les expériences ont été entreprises au laboratoire et, pendant les 24 heures que duraient les germinations, les températures étaient comprises entre 14° et 18°.

D'autre part, il ne peut être question d'une densité différente d'ensemencement. Nos diverses préparations ont été faites avec un nombre équivalent de grains de pollen. Nous avons d'ailleurs remarqué précédemment que des différences de densité considérables n'avaient pas d'influence notable sur la qualité germinative du pollen.

Les conditions expérimentales dans lesquelles nous nous sommes placé semblent démontrer que tout se passe comme si des substances diffusaient à partir des stigmates dans le milieu de germination.

Un appui supplémentaire à cette hypothèse est, à notre avis, apporté par une deuxième série d'expériences entreprises en 1948 parallèlement aux précédentes.

A la place du milieu liquide à 10 % de saccharose, nous avons utilisé le milieu solide gélosé à 10 % de saccharose.

Nous avons disposé sur ce milieu gélosé 20 stigmates appartenant à une variété déterminée. Ces stigmates ont été prélevés sur des fleurs se trouvant au même stade ; ils ont été coupés soigneusement au rasoir et placés de façon que le plan de la coupe se trouve en contact avec le milieu. Les 20 stigmates disposés en massif dense au centre de la boîte de Pétri, sont laissés dans cet état pendant 24 heures. Au bout de ce temps ils sont enlevés et, exactement au même endroit, sont placés des grains de pollen provenant de la variété sur laquelle ont été prélevés les stigmates ou d'une autre variété. Les expériences ont été entreprises dans les mêmes conditions de température et elles ont été répétées 3 fois.

Trois de nos variétés ont été spécialement étudiées : deux diploïdes, Reine des Reinettes et Reinette Baumann et une triploïde, Reinette grise du Canada.

Les résultats obtenus sont les suivants :

1. — *Pollen de Reine des Reinettes*

Sans stigmates	93
Avec stigmates de :	
Reine des Reinettes	86
Reinette Baumann	96
Reinette grise du Canada	91

2. — *Pollen de Reinette Baumann*

Sans stigmates	80
Avec stigmates de :	
Reinette Baumann	59
Reine des Reinettes	80
Reinette grise du Canada	68

3. — *Pollen de Reinette grise du Canada*

Sans stigmates	20
Avec stigmates de :	
Reinette grise du Canada	12
Reine des Reinettes	28
Reinette Baumann	20

DISCUSSION DES RÉSULTATS

Avec cette méthode on note également des pourcentages différents suivant la variété à laquelle appartiennent les stigmates ajoutés au milieu. Il semble que les différences de pourcentages de germination soient moins marquées lorsqu'on emploie la méthode de la goutte pendante.

L'examen de tous les résultats obtenus avec l'une et l'autre méthode permet de faire quelques constatations :

a) l'addition aux milieux de stigmates appartenant à la variété des grains de pollen en germination détermine une diminution de pourcentage allant, pour le milieu gélosé, de 7 à 21 % suivant les variétés étudiées. Il faut noter, cependant, chez deux variétés : Reinette de Caux et Chailleux une diminution très faible ou nulle.

b) l'addition aux milieux de stigmates appartenant à une variété triploïde détermine une diminution du pourcentage de germination du pollen des variétés diploïdes.

c) au contraire, lorsqu'on procède à l'addition de stigmates d'une variété diploïde au milieu de germination du pollen d'une autre variété on constate, dans la plupart des cas, une augmentation du pourcentage de germination de ce pollen.

Nos essais font, cependant, apparaître quelques exceptions :

— pollen de De l'Estre + stigmates de Reinette de Parthenay,

— pollen de Reinette grise de Saintonge + stigmates de De l'Estre,

— pollen de Reinette de Caux + stigmates de Transparente de Croncels,

— pollen de Reinette de Parthenay + stigmates de De l'Estre,

— pollen de Reinette de Parthenay + stigmates de Reine des Reinettes,

— pollen de Reinette grise du Canada + stigmates de Transparente de Croncels,

— pollen de Belle de Boskoop + stigmates de Reinette de Parthenay.

Tout se passe donc comme si des substances diffusaient des stigmates dans le milieu de germination.

D'après nos résultats, l'action de ces substances serait, *dans la plupart des cas* :

1° inhibitrice :

a) lorsque le pollen étudié provient de la variété sur laquelle ont été prélevés les stigmates ajoutés au milieu de germination, ce qui correspondrait aux autopollinisations.

b) lorsque le pollen étudié provient d'une variété diploïde alors que les stigmates ajoutés au milieu de germination ont été prélevés sur une variété triploïde.

2° favorisante :

Lorsque le pollen étudié provient d'une variété diploïde ou triploïde, alors que les stigmates ajoutés au milieu de germination appartiennent à une autre variété diploïde, ce qui correspondrait aux pollinisations croisées compatibles.

C. — Croissance des tubes polliniques dans les styles

Le paragraphe précédent traitait de la qualité germinative du pollen placé dans un milieu artificiel. Il nous a paru intéressant d'étudier la croissance des tubes polliniques dans leur milieu normal, c'est-à-dire dans les tissus des styles. Les techniques exposées au chapitre II-6, nous ont permis de suivre le cheminement des tubes à intervalles de temps réguliers : 18 heures, 2 jours, 4 et 8 jours après la pollinisation. Pour tous nos essais les conditions de milieu ont été semblables ; les arbres sont au voisinage immédiat les uns des autres ; les températures subies ont été identiques puisque les expériences ont été poursuivies simultanément sur les trois variétés étudiées. Les pollinisations effectuées vers 16 heures, la première fixation est intervenue le lendemain à 10 heures et les autres à 16 heures, 2 jours, 4 et 8 jours après les pollinisations. Pour chacune des fixations correspondant aux divers types de pollinisations, nous avons étudié une douzaine de coupes longitudinales de styles. Nous avons noté sur ces préparations les longueurs, à partir du stigmate, des tubes dont la croissance était la plus avancée et la moyenne a été calculée à l'aide de tous ces résultats.

Nos études ont porté :

— sur une variété triploïde : *Reinette grise du Canada* qui a été autopollinisée et a reçu, d'autre part, du pollen de *Reine des Reinettes* (diploïde) et de *Belle de Boskoop* (triploïde).

— et sur deux variétés diploïdes : *Reine des Reinettes*, qui a été autopollinisée et a reçu du pollen de variétés diploïde et triploïde ;

Chailleux : qui a été autopollinisée.

Il nous a semblé utile, en effet, de comparer la croissance des tubes polliniques après autopollinisations chez ces deux variétés diploïdes ; des différences avaient été notées dans leur comportement au moment

de la germination du pollen en milieu artificiel et dans le processus de la fructification.

Nos résultats sont rassemblés dans les tableaux et diagrammes qui suivent :

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
I. N. R. A.
Station d'Angers
BIBLIOTHÈQUE

Reinette grise du Canada :
Longueur moyenne des styles : 8 mm

Types de pollinisations	Longueur moyenne en mm des tubes polliniques les plus avancés après :			
	18 h	2 j	4 j	8 j
1 Autopollinisation	2,5	4,5	5,6	Tendance à la nécrose des styles
2 Reine des Reinettes	4,4	6,0	7,8	Styles nécrosés
3 Belle de Boskoop	1,9	4,1	5,2	Tubes très rares 7,0

Reine des Reinettes : Longueur moyenne des styles : 9 mm

Types de pollinisations	Longueur moyenne en mm des tubes polliniques les plus avancés après :			
	18 h	2 j	4 j	8 j
1 Autopollinisation	1,8	2,7	3,8	4,5
2 Reinette Baumann	3,9	5,4	7,2	Styles nécrosés
3 Reine grise du Canada	3,0	3,9	4,5	5,3
4 Reinette de Parthenay	2,3	2,6	3,0	3,4

Chailleux : Longueur moyenne des styles : 10 mm

Type de pollinisation	Longueur moyenne en mm des tubes polliniques les plus avancés après :			
	18 h	2 j	4 j	8 j
Autopollinisation	3,0	4,6	6,5	Ovaire

Les tableaux et les diagrammes nous donnent des précisions sur les tubes polliniques dont les longueurs sont les plus fortes mais ils n'indiquent pas si ces tubes sont nombreux et ils ne nous fournissent pas de renseignements sur le comportement des autres tubes à croissance moins rapide qui se trouvent dans le style au même stade. L'examen de très nombreuses coupes nous permet d'apporter, à cet égard, des compléments indispensables aux chiffres déjà fournis.

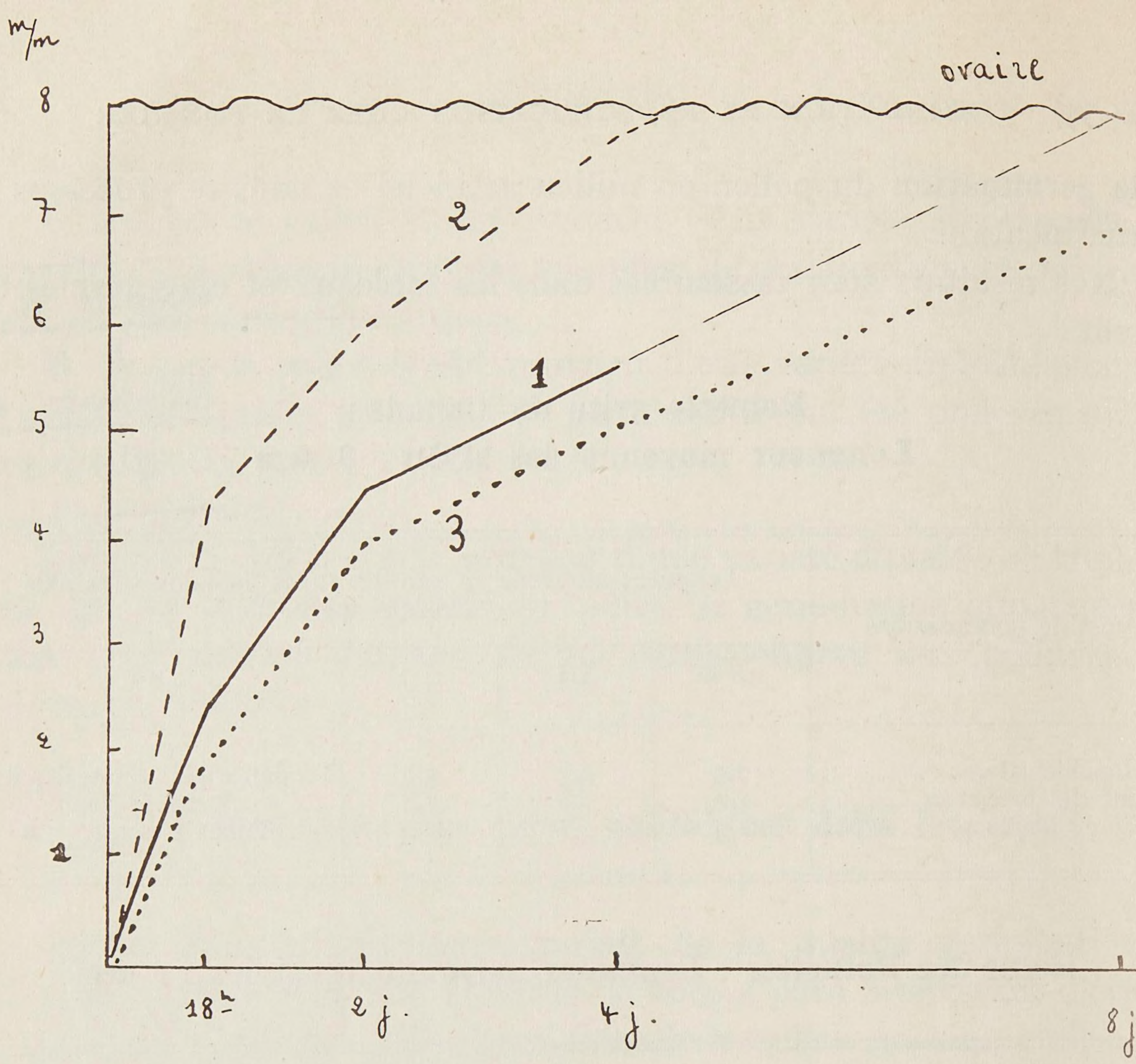


Diagramme I. — Croissance des tubes polliniques dans les styles de *Reinette grise du Canada*.

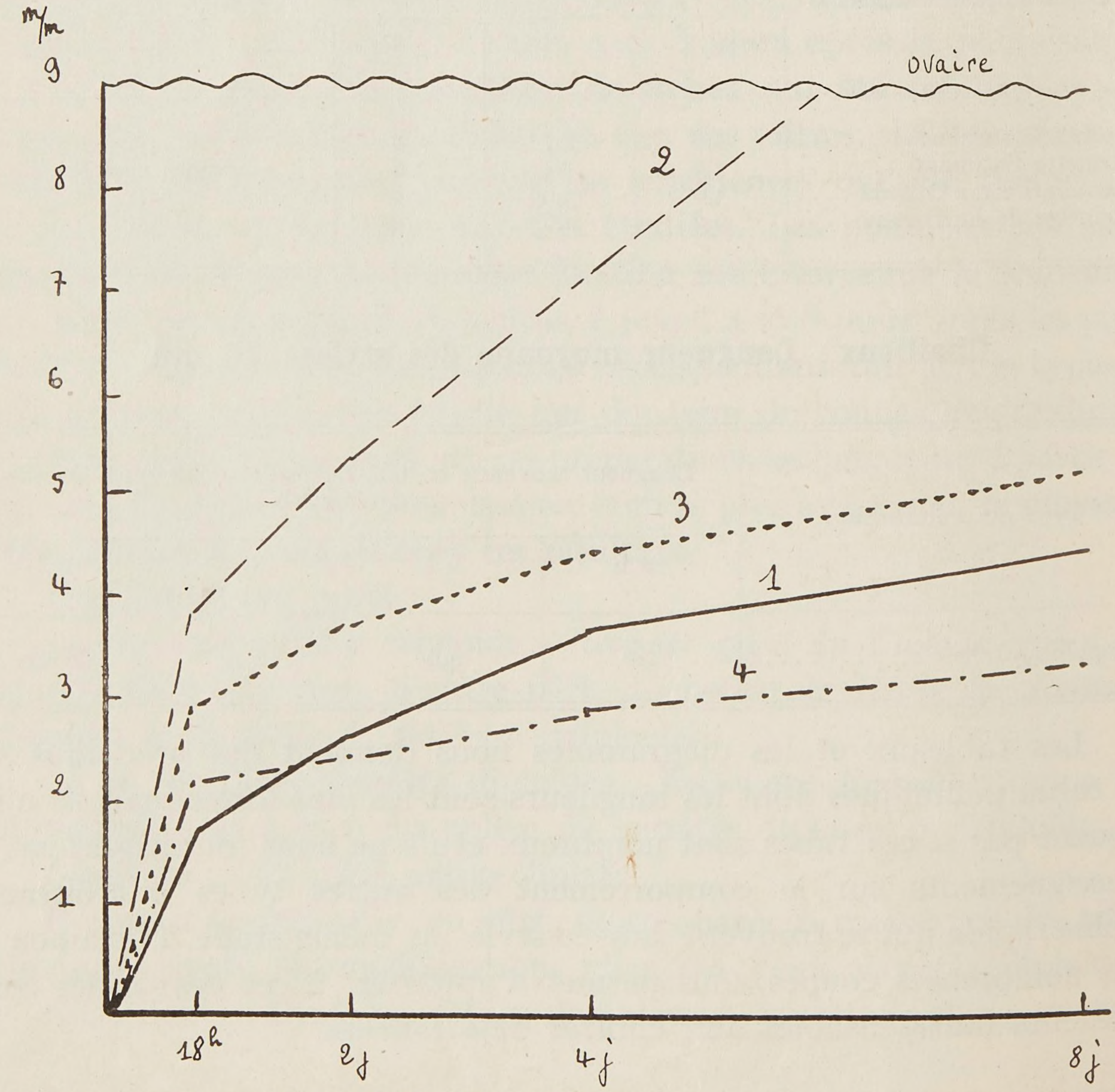


Diagramme II. — Croissance des tubes polliniques dans les styles de *Reine des Reinettes*.

Reinette grise du Canada

1. — *Autopollinisation* : Les tubes polliniques sont peu nombreux surtout lorsqu'on examine le matériel après 2 et 4 jours. Après 18 heures, nous constatons la présence, en arrière des premiers tubes arrivés à 2,5 mm du stigmate, de nombreux autres tubes qui sont arrêtés entre 0,5 et 1 mm ; leur extrémité est renflée, ce qui est un signe d'incompatibilité ainsi que l'a souligné I. MODLIBOWSKA (1945). Nous avons noté une tendance à la nécrose des styles après 8 jours.

2. — *Pollinisations par Reine des Reinettes* : Ici, au contraire, les tubes polliniques présentent une croissance très rapide et à peu près homogène. L'ovaire est atteint en moyenne, dans les conditions d'expérience où nous nous sommes placé, dans un délai de 4 à 5 jours. Les styles sont nécrosés 8 jours après la pollinisation.

3. — *Pollinisation par Belle de Boskoop* : La croissance lente est remarquée sur le tableau et le diagramme. Les tubes sont extrêmement rares et, après 18 heures, on note que la plupart d'entre eux sont arrêtés au voisinage du stigmate et présentent un renflement terminal accusé. Enfin, contrairement aux deux cas précédents, les tissus des styles sont encore bien visibles après 8 jours.

En conclusion à cette étude concernant le comportement des tubes polliniques dans les styles de la variété triploïde Reinette grise du Canada, nous pouvons noter une croissance beaucoup plus rapide des nombreux tubes sensiblement égaux du pollen de la variété diploïde.

L'autopollinisation détermine une croissance moins forte et surtout l'arrêt d'un nombre appréciable de tubes.

Ces faits sont encore plus marqués à la suite de la pollinisation par Belle de Boskoop.

Dans ces deux derniers cas, la mauvaise qualité du pollen est en cause, mais il semble bien, ainsi que l'indique l'arrêt de la croissance de nombreux tubes qu'un phénomène d'incompatibilité intervienne également.

Reine des Reinettes

1. — *Autopollinisation* : Les tubes polliniques sont arrêtés en grand nombre près du stigmate et le renflement prononcé de leur extrémité est un indice d'incompatibilité. Ce phénomène est évident à la seule lecture du tableau.

2. — *Pollinisation par Reinette Baumann* : La croissance de nombreux tubes de tailles sensiblement égales est rapide et, dans nos conditions d'expériences, l'ovaire est atteint dans un délai d'environ 5 jours. Après 8 jours les styles sont nécrosés.

3. — *Pollinisation par Reinette grise du Canada* : Après un début de croissance relativement rapide les tubes deviennent rares dans les styles. Un certain nombre d'entre eux s'arrêtent à 2 ou 3 mm du stigmate.

4. — *Pollinisation par Reinette de Parthenay* : Cette variété à bon pollen produit de très nombreux tubes mais la plupart sont arrêtés avant 0,8 mm et présentent les renflements dus à l'incompatibilité. Après 2 jours, il est très difficile de remarquer la présence de tubes dans les tissus du style.

En conclusion à cette étude sur la croissance des tubes polliniques dans les styles de Reine des Reinettes nous pouvons noter que seul, dans nos conditions d'expériences, le pollen de Reinette Baumann atteint l'ovaire dans les délais normaux.

Le pollen de mauvaise qualité de la variété triploïde : Reinette grise du Canada semble, en outre, présenter un certain degré d'incompatibilité avec les tissus des styles de Reine des Reinettes.

Mais l'arrêt de la croissance des tubes formés par l'excellent pollen de Reine des Reinettes et de Reinette de Parthenay est encore beaucoup plus net et ne saurait être expliqué, à notre avis, autrement que par le phénomène d'incompatibilité : auto-incompatibilité, d'une part, et incompatibilité de croisement, d'autre part, entre deux variétés diploïdes. Le diagramme nous montre qu'après un début de développement relativement rapide les tubes polliniques de Reinette de Parthenay ne peuvent plus progresser dans le style, ils s'arrêtent avant même ceux de Reine des Reinettes autopollinisée.

Chailleux

Autopollinisation : La croissance des tubes est relativement rapide et un petit nombre d'entre eux présentent les phénomènes d'incompatibilité qui étaient si évidents après l'autopollinisation de Reine des Reinettes.

Il sera intéressant de comparer ces résultats avec ceux des nouaisons et des fructifications obtenues après les mêmes types de pollinisations. Dès maintenant ils peuvent être utilement rapprochés des indications fournies lors de l'étude de la qualité germinative des pollens.

Etude comparative des résultats obtenus après germination du pollen en milieu artificiel et croissance des tubes polliniques dans les styles :

Les croissances insuffisantes des tubes polliniques dans les styles après autopollinisation correspondent aux diminutions de pourcentages observées après addition des stigmates de la même variété au milieu

artificiel. Chez Chailleux cependant ces diminutions étaient négligeables et nous remarquons que la croissance des tubes polliniques après autopollinisation est, dans ce cas, presque satisfaisante.

L'incompatibilité qui amène l'arrêt des tubes polliniques de Reinette de Parthenay dans les styles de Reine des Reinettes peut être rapprochée également de la diminution de pourcentage de germination observée pour le pollen de Reinette de Parthenay après addition de stigmates de Reine des Reinettes.

L'influence des stigmates dans les milieux artificiels de germination semble dans les nombreux cas correspondant aux autopollinisations et à certaines pollinisations entre diploïdes, très faible, mais nous constatons que les différences s'accusent nettement lorsque nous plaçons le pollen dans des conditions normales de germination, c'est-à-dire lorsque les tissus des styles et des stigmates interviennent directement et étroitement sur le comportement du tube pollinique.

La comparaison entre les résultats obtenus après addition de stigmates de variétés triploïdes dans le milieu de germination de variétés diploïdes d'une part et les diagrammes de croissance des tubes polliniques d'autre part, nous montre au contraire des différences sensibles.

En milieu artificiel le stigmate triploïde inhibait dans une certaine mesure la germination des pollens ; dans les styles de variétés triploïdes telles que Reinette grise du Canada, la croissance des tubes polliniques de diploïdes telles que Reine des Reinettes est rapide ou au moins normale.

Il paraît à priori difficile d'expliquer cette contradiction. Nous pensons cependant que les substances diffusées hors des stigmates peuvent être différentes dans certains cas, et notamment lorsqu'une variété triploïde est en cause, des substances qui agissent dans les tissus sur le tube pollinique. A l'intérieur des tissus des styles une interaction serait possible entre les substances apportées par le pollen et celles produites par les styles sous l'influence directe du pollen. La complexité plus grande de la constitution chromosomique des styles de triploïdes peut, à notre avis, être la cause de cette apparente opposition entre nos deux séries d'essais en milieu artificiel et dans les styles.

Nos conclusions sur l'étude des pollens rejoignent les travaux entrepris par YASUDA (1931). Depuis DARWIN (1876), en effet, de nombreux chercheurs ont signalé des phénomènes d'auto-incompatibilité chez les phanérogames et EAST (1940) estimait à environ 3 000 le nombre des espèces auto-incompatibles.

YASUDA étudia ce phénomène chez *Petunia violacea,* observant la germination du pollen sur milieux artificiels, il constata un ralentissement de la croissance des tubes polliniques en ajoutant du jus des tissus des styles appartenant à la même plante que le pollen.

Le rapprochement de ces expériences avec les nôtres est tentant : chacune de nos variétés fruitières n'est-elle pas un même individu multiplié végétativement ? Cependant nous remarquons que nos résultats sont beaucoup moins tranchés que ceux de YASUDA ; les substances inhibitrices semblent absentes ou moins abondantes dans les stigmates de variétés telles que Chailleux et Reinette de Caux. La constitution chromosomique beaucoup plus complexe du pommier pourrait expliquer cette différence.

D'autre part, lorsque nous considérons l'interaction de pollens et de stigmates provenant de variétés différentes nous constatons souvent une action favorisante de substances issues d'un stigmate qui, par ailleurs, semblait produire une substance inhibant la croissance des tubes polliniques de la même variété.

Ces observations faites sur nos variétés de pommier sont à rapprocher de l'hypothèse émise par SEARS (1937) suivant laquelle les phénomènes d'incompatibilité seraient dus à une réaction analogue aux réactions d'immunité. En effet ces réactions par introduction dans un organisme de substances étrangères ou antigènes, provoquent l'apparition de substances antagonistes ou anticorps. D'après SEARS, ces réactions d'immunité pourraient se produire non seulement sur le stigmate ou dans les styles mais à n'importe quel endroit du pistil.

L'hypothèse de SEARS pourrait s'accorder avec les résultats que nous avons obtenus en étudiant la croissance des tubes polliniques dans les styles et à la rigueur par la méthode de la goutte pendante.

En tout état de cause, nous confronterons les résultats obtenus à la suite d'addition de stigmates aux milieux de germination des pollens et après l'étude de la croissance des tubes polliniques dans les styles, avec les résultats de nos expériences de pollinisations artificielles : pourcentages de nouaison et de fructification.

5. — LES POLLINISATIONS

POURCENTAGES DE NOUAISONS ET DE FRUCTIFICATIONS

Pour chacune des variétés, nous donnons les résultats des pollinisations. Les chiffres fournis indiquent les pourcentages de fruits noués (comptages effectués un mois après la pollinisation), les pourcentages de fruits mûrs normaux par rapport au nombre de fleurs pollinisées, le nombre moyen de pépins par fruit.

Les variétés sont classées dans l'ordre de leur floraison en cinq groupes (voir chap. III. 2).

GROUPE I

Reinette de Caux

		% nouaisons	% fruits mûrs normaux	Nombre moyen pépins par fruit
Témoins	47	16	14	6
	48	18	11	7
Castration sans pollinisation	47	0		
	48	0		
Autopollinisations	47	10	0,7	0
	48	14	10	4
Pollinisations par :				
Transparente de Croncels	47	0		
	48	0		
Reinette Baumann	47	12	6	5
	48	12	11	8
Pollinisations par :				
Belle de Boskoop	47	3	0,8	3
	48	5	4	3
Reinette grise du Canada	47	1	0	
	48	2	1	3
Chailleux	47	30	14	5
	48	24	20	8
Reine des Reinettes	47	40	26	6
	48	38	31	8
De l'Estre	47	35	20	7
	48	31	25	8
Reinette de Parthenay	47	45	22	6
	48	42	25	8

GROUPE 2

Transparente de Croncels

		% nouaisons	% fruits mûrs normaux	Nombre moyen pépins par fruit
Témoins	47	28	12	6
	48	25	10	7
Castration sans pollinisation	47	0		
	48	0		
Autopollinisations	47	0		
	48	0		
Pollinisations par :				
Reinette de Caux	47	0		
	48	0		
Reinette Baumann	47	30	10	5
	48	24	8	6
Belle de Boskoop	47	0		
	48	0		
Reinette grise du Canada	47	0		
	48	0		
Chailleux	47	32	11	7
	48	29	10	8
Reine des Reinettes	47	30	9	8
	48	26	10	8

Reinette Baumann

	% nouaisons	% fruits mûrs normaux	Nombre moyen pépins par fruit
Témoins 47	23	16	6
48	12	9	7
Castration sans pollinisation 47	0		
48	0		
Autopollinisations 47	3	2	3
48	6	3	3
Pollinisations par :			
Reinette de Caux..... 47	25	13	5
48	23	15	6
Transparente de Croncels 47	25	13	5
48	18	12	8
Belle de Boskoop 47	4	2	3
48	0		
Reinette grise du Canada 47	0		
48	2	1	3
Chailleux 47	30	15	6
48	30	12	6
Reine des Reinettes 47	34	16	7
48	30	14	8
De l'Estre 47	26	10	8
48	21	8	9
Reinette de Parthenay 47	20	9	8
48	18	7	8

Belle de Boskoop

	% nouaisons	% fruits mûrs normaux	Nombre moyen pépins par fruit
Témoins 47	15	5	1
48	14	7	3
Castration sans pollinisation 47	0		
48	0		
Autopollinisations 47	0		
48	0		
Pollinisations par :			
Reinette de Caux..... 47	2	0	
48	1	0	
Transparente de Croncels 47	0		
48	0		
Reinette Baumann 47	18	6	3
48	22	7	3
Reinette grise du Canada 47	0		
48	0		
Chailleux 47	11	5	3
48	16	4	5
Reine des Reinettes 47	20	6	3
48	22	6	4
De l'Estre 47	15	5	4
48	19	8	5
Reinette de Parthenay 47	28	8	3
48	25	9	4

Reinette grise du Canada

		% nouaisons	% fruits mûrs normaux	Nombre moyen pépins par fruit
Témoins	47	20	6	3
	48	12	6	3
Castration sans pollinisation	47	0		
	48	0		
Autopollinisations	47	0		
	48	1	1	0
Pollinisations par :				
Reinette de Caux	47	0		
	48	0		
Transparente de Croncels	47	0		
	48	0		
Reinette Baumann	47	9	4	5
	48	5	2	5
Belle de Boskoop	47	0		
	48	0		
Chailleux	47	10	4	4
	48	8	3	5
Reine des Reinettes	47	18	5	6
	48	12	4	5
De l'Estre	47	8	4	5
	48	7	2	6
Reinette de Parthenay	47	10	5	6
	48	7	5	6

Chailleux

		% nouaisons	% fruits mûrs normaux	Nombre moyen pépins par fruit
Témoins	47	50	24	7
	48	47	25	8
Castration sans pollinisation	47	0		
	48	0		
Autopollinisations	47	6	2	0
	48	16	5	4
Pollinisations par :				
Reinette de Caux	47	51	14	7
	48	43	10	8
Transparente de Croncels	47	35	12	8
	48	32	14	8
Reinette Baumann	47	28	9	7
	48	20	12	7
Belle de Boskoop	47	2	1	4
	48	0		
Reinette grise du Canada	47	0		
	48	0		
Reine des Reinettes	47	20	14	7
	48	18	15	7
De l'Estre	47	28	12	7
	48	22	13	8
Reinette de Parthenay	47			
	48	4	3	8

GROUPE 3

Reine des Reinettes

		% nouaisons	% fruits mûrs normaux	Nombre moyen pépins par fruit
Témoins	47	52	18	7
	48	28	16	8
Castration sans pollinisation	47	0		
	48	0		
Autopollinisations	47	6	3	4
	48	3	2	4
Pollinisations par :				
Reinette de Caux	47	38	10	7
	48	16	8	7
Transparente de Croncels	47	42	12	6
	48	25	10	7
Reinette Baumann	47	40	10	7
	48	25	9	7
Belle de Boskoop	47	4	1	2
	48	5	2	2
Reinette grise du Canada	47	2	0,8	2
	48	1	0	
Chailleux	47	0		
	48	3	2	6
De l'Estre	47	24	8	7
	48	20	8	8
Reinette de Parthenay	47	0		
	48	0		
Reinette grise de Saintonge	47	18	9	7
	48	16	9	8

De l'Estre

		% nouaisons	% fruits mûrs normaux	Nombre moyen pépins par fruit
Témoins	47	23	10	7
	48	21	12	8
Castration sans pollinisation	47	0		
	48	0		
Autopollinisations	47	0		
	48	0		
Pollinisations par :				
Reinette de Caux	47	10	5	8
	48	8	6	8
Reinette Baumann	47	9	4	8
	48	6	3	8
Reinette grise du Canada	47	0		
Belle de Boskoop	48	0		
Chailleux	47	5	2	7
	48	4	2	9
Reine des Reinettes et Reinette de Parthenay	47	0		
	48	0		
Reinette grise de Saintonge	48	0		

Reinette de Parthenay

		% nouaisons	% fruits mûrs normaux	Nombre moyen pépins par fruit
Témoins	47	10	7	6
	48	8	6	6
Castration sans pollinisation	47	0		
	48	0		
Autopollinisations	47	0		
	48	0		
Pollinisations par :				
Reinette de Caux	47	0		
	48	0		
Reinette Baumann	47	6	3	6
	48	4	2	6
Reinette grise du Canada, Belle de Boskoop et Chailleux, Reine des Reinettes, De l'Estre	47	0		
	48	0		
Reinette grise de Saintonge	48	0		

GROUPE 4

Reinette grise de Saintonge

		% nouaisons	% fruits mûrs normaux	Nombre moyen pépins par fruit
Témoins	47	28	16	5
	48	22	18	5
Castration sans pollinisation	47	0		
	48	0		
Autopollinisations	47	3	2	
	48	2	1 + 1 fruit parthénocarpique	1
Pollinisations par :				
Reinette Baumann	47	30	25	6
	48	26	25	5
Reinette grise du Canada	47	7	3	2
	48	4	2	1
Chailleux	47	35	25	6
	48	36	27	5
Reine des Reinettes	47	46	29	6
	48	40	32	6
De l'Estre	47	38	26	6
	48	40	25	6
Reinette de Parthenay	47	35	20	6
	48	30	23	5
Reinette du Mans	47	35	19	5
	48	34	21	5

GROUPE 5

Reinette du Mans

		% nouaisons	% fruits mûrs normaux	Nombre moyen pépins par fruit
Témoins	48	22	14	5
Castration sans pollinisation	48	0		
Autopollinisations	48	3	2	2
Pollinisations par :				
Reine des Reinettes	48	23	20	7
De l'Estre	48	15	12	5
Reinette de Parthenay	48	14	10	5
Reinette grise de Saintonge	48	28	26	6

DISCUSSION DES RÉSULTATS

A. — Témoins

Le verger expérimental de l'Ecole Nationale d'Agriculture comprend sur une étendue restreinte un grand nombre de variétés qui peuvent se polliniser réciproquement grâce à de nombreuses colonies d'abeilles qui se trouvent au voisinage immédiat des arbres.

Les pourcentages de nouaisons et de fructifications libres doivent, dans ces conditions, être considérés comme très favorables pour chacune des variétés.

Les nouaisons observées en 1947 sont, dans l'ensemble, supérieures à celles de l'année suivante. Les températures plus élevées de l'époque de floraison en 1947, semblent responsables de cette différence. Les chiffres concernant les fruits mûrs sont sensiblement les mêmes pour les deux années, la chute des jeunes fruits avant maturité ayant été plus forte en 1947. Par ailleurs, la température a été beaucoup plus élevée et les précipitations notablement plus faibles pendant les mois d'été 1947 comparés à ceux de 1948 et aux normales ; en conséquence, les différences de pourcentages de chute entre 1947 et 1948 semblent imputables aux facteurs climatiques.

L'étude des pourcentages de fruits normaux obtenus pour chacune des variétés met en évidence la fructification élevée de Chailleux. Il est curieux de constater que cette variété semble plus fertile lorsqu'elle intervient comme femelle : nous avons noté, en effet, qu'elle occupait seulement la septième place pour la qualité germinative de son pollen.

Inversement, il faut souligner la fructification faible de la variété de l'Estre dont le pollen est excellent.

On constate entre les variétés diploïdes et triploïdes une différence de fructification : Belle de Boskoop et Reinette grise du Canada donnant 5 à 7 % de fruits alors que les diploïdes en produisent 10 à 25 %. Une variété diploïde (Reinette de Parthenay) fait exception parmi ces témoins et se range avec une fructification de 7 et 6 % au voisinage immédiat des 2 variétés triploïdes.

Il nous a paru intéressant de tenir compte du nombre moyen de pépins observés pour chacune des variétés ; les fruits témoins se rangent, à cet égard, en deux groupes :

les variétés triploïdes qui renferment 1 à 3 pépins,

les variétés diploïdes qui en forment de 5 à 8.

Il n'est pas étonnant de constater que, parmi les variétés diploïdes, Reine des Reinettes et de l'Estre dont les pollens sont excellents, possèdent le plus grand nombre de pépins. Cependant le parallèle entre la qualité germinative du pollen et le nombre de pépins ne peut être établi

pour toutes les variétés : Chailleux donne des fruits renfermant 7 ou 8 pépins alors que son pollen ne compte que 73 % environ de grains germant normalement, inversement Reinette grise de Saintonge dont le pollen germe à 90 % ne forme que 5 pépins par fruit.

Ces remarques concernant les pourcentages de fructification et le nombre de pépins obtenus au cours des expériences témoins, semblent établir que les cellules germinales mâles et femelles d'une même variété peuvent être de qualité différente.

B. — Les fruits parthénocarpiques

Parmi tous les fruits obtenus à la suite des pollinisations libres ou artificielles, nous avons trouvé un certain nombre de fruits parthénocarpiques, c'est-à-dire ne contenant pas de pépins, ils ont été obtenus sans qu'il y ait eu fécondation.

L'obtention de ces fruits a de l'intérêt, surtout en ce qui concerne les baies qui sont ainsi consommables en entier.

Pour les fruits dits « à pépins » tels que la pomme et la poire, la question se présente différemment ; le noyau parcheminé du fruit, l'endocarpe des anciens auteurs, subsistera de toutes façons qu'il y ait ou non des pépins à l'intérieur des loges : la partie centrale ne pourra être consommée, même dans le cas des fruits parthénocarpiques.

Toutefois le problème ne doit pas être négligé pour ces fruits chez lesquels la fécondation pose des questions délicates. En effet, s'il était possible d'obtenir chez certaines variétés un pourcentage intéressant de fruits parthénocarpiques, on pourrait envisager l'établissement de plantations homogènes de ces variétés sur de grandes étendues, la présence de plusieurs variétés n'étant plus nécessaire pour la fructification.

En examinant les fruits témoins obtenus après pollinisations libres des onze variétés, nous avons noté la présence de fruits parthénocarpiques chez les deux variétés triploïdes seulement.

Belle de Boskoop, en 1947, a produit un fruit parthénocarpique sur les 5 fruits témoins. La forme de ce fruit était plus aplatie que celle des fruits normaux et son poids plus faible : 130 grammes, au lieu de 160 en moyenne pour les fruits normaux.

Reinette grise du Canada a donné en 1947 deux fruits parthénocarpiques sur 15 témoins et, en 1948, un fruit parthénocarpique sur 8 témoins. Chez cette variété, on constate également une forme plus aplatie des fruits sans pépins ainsi qu'une diminution de poids très sensible : 70 grammes en moyenne pour les fruits parthénocarpiques contre 125 grammes pour les fruits normaux.

A la suite des essais de castration sans pollinisation, entrepris sur plusieurs centaines de fleurs de chacune de nos variétés, nous espérions

obtenir quelques fruits sans pépins. Or les résultats, donnés sur les pages précédentes, indiquent qu'aucun fruit parthénocarpique ou normal, non plus qu'aucune nouaison, n'ont été observés au cours de ces essais de castration sans pollinisation ultérieure.

Au contraire, à l'examen de nos résultats d'autopollinisations, on constate qu'en 1947 deux variétés ont donné quelques fruits parthénocarpiques : Chailleux, autopollinisée, n'a produit que deux fruits tous deux dépourvus de pépins ; la forme de ces fruits était plus aplatie que celle des fruits témoins ou résultant de pollinisations croisées ; leur poids était légèrement inférieur.

Reinette de Caux a donné, après autopollinisation également, un seul fruit ; il était parthénocarpique. Sa forme était plus aplatie que celle des fruits témoins ou résultant de pollinisations croisées, son poids légèrement inférieur.

En 1948, à la suite d'autopollinisations des deux variétés précitées, des fruits ont été obtenus, mais tous étaient pourvus de pépins ; par contre, sur les deux fruits de Reinette grise de Saintonge produits après autopollinisation l'un était parthénocarpique. Ce fruit avait une forme plus conique que celle des fruits normaux ; son poids était légèrement inférieur : 40 grammes contre 46.

En 1948 également, Reinette grise du Canada a formé, après autopollinisation, un fruit parthénocarpique qui, comparé aux fruits normaux, présentait une forme plus aplatie et un poids plus faible : 80 grammes contre 125 en moyenne.

A la suite des pollinisations croisées, nous n'avons trouvé aucun fruit parthénocarpique de taille normale ; seuls de petits fruits pesant environ 25 grammes et qualifiés « d'avortons » par certains auteurs, formés à la suite de pollinisations de Belle de Boskoop et Reinette grise du Canada par des variétés diploïdes, étaient dépourvus de pépins.

Ces observations nous permettent de tirer un certain nombre de conclusions sur l'importance et les causes de la parthénocarpie chez les onze variétés étudiées :

1° Les pourcentages de fruits parthénocarpiques obtenus sont très faibles, et ces fruits ont toujours des poids inférieurs à ceux des fruits normaux.

2° La parthénocarpie semble soumise aux conditions du milieu et plus spécialement aux facteurs climatiques ; en effet, la parthénocarpie était notable en 1947 chez Reinette de Caux et Chailleux alors qu'elle était nulle en 1948 chez ces mêmes variétés.

Latimer et Rawlings (1937) ont déjà signalé la formation de fruits parthénocarpiques chez un certain nombre de variétés américaines de pommes, à la suite de gelées. En 1947, aucune gelée n'a été notée pendant la floraison, mais les températures anormalement élevées (25°), qui ont

été enregistrées au moment de la pollinisation de Reinette de Caux et de Chailleux, peuvent avoir favorisé le processus de la parthénocarpie. Les températures élevées expliquent, peut-être, la fréquence de la parthénocarpie en Afrique du Sud qui, d'après REINECKE (1930) est suffisante pour fournir de bons pourcentages de fructification.

3° Nos observations, enfin, montrent que *les fruits sans pépins ont été obtenus seulement à la suite de pollinisations*. Il est à remarquer, d'ailleurs, que seules les *autopollinisations* ont donné des fruits parthénocarpiques de taille normale.

Ces résultats semblent indiquer qu'une excitation des styles et des stigmates par les tubes polliniques serait nécessaire pour déclencher le processus de la parthénocarpie. Cette hypothèse rejoint celle formulée par YASUDA (1939) à la suite de ses études sur *Nicotiana longiflorum* et cinq espèces de *Solanum*.

Il est bien tentant de rendre des *substances hormonales* responsables de ce stimulus.

C. — Les fruits obtenus à la suite des fécondations artificielles

1. — Autofécondations

Nous constatons pendant les deux années d'essais, une auto-incompatibilité totale chez 4 variétés : une triploïde, Belle de Boskoop et 3 diploïdes : Transparente de Croncels, de l'Estre, Reinette de Parthenay chez lesquelles aucune nouaison n'a été observée après autopollinisations, De plus, le seul fruit obtenu après autopollinisation de Reinette grise du Canada était parthénocarpique.

Les autres variétés présentent un degré d'auto-incompatibilité moins marqué. Deux d'entre elles, Reinette de Caux et Chailleux ont même donné par autofécondation, en 1948, respectivement 10 % et 5 % de fruits normaux alors que l'année précédente les autopollinisations de ces deux variétés n'avaient fourni que des fruits parthénocarpiques.

Reine des Reinettes, Reinette Baumann, Reinette grise de Saintonge, Reinette du Mans semblent être autocompatibles à un degré plus faible que les deux précédentes.

Il faut noter, dans tous les cas, la formation d'un nombre de pépins très inférieur à la normale ; la variété la plus favorisée, à cet égard, n'en a formé que 4 en moyenne contre 8 dans les fruits témoins.

Nos résultats montrent que l'auto-incompatibilité existe chez toutes les variétés étudiées mais avec des degrés divers contrairement aux observations faites chez le cerisier, par exemple, où il existe une auto-incompatibilité moins variable.

Le comportement plus complexe du pommier pourrait s'expliquer par sa constitution chromosomique secondairement polyploïde.

HEILBORN (1938) avait déjà signalé chez des variétés de pommes suédoises ces degrés d'auto-incompatibilité. Etudiant la croissance des tubes polliniques dans les styles, il constate un arrêt du développement d'un nombre variable de tubes suivant les variétés considérées. Il établit un parallèle entre la qualité germinative du pollen d'une variété et son auto-incompatibilité : les variétés produisant un pollen germant à 90-99 % sont, d'après lui, celles qui présentent l'auto-incompatibilité la moins marquée.

Nos résultats ne semblent pas s'accorder avec ces conclusions. Parmi les variétés totalement auto-incompatibles se range de l'Estre dont le pollen germe à 92 % alors que Chailleux, dont le pollen germe à 72 % seulement et comprend de nombreux micrograins est auto-compatible à un degré assez élevé. D'autre part, le degré d'auto-compatibilité de Reine des Reinettes et de Reinette Baumann est très voisin, alors que Reinette Baumann présente de nombreux grains de pollen avortés.

HEILBORN (1939), CRANE et LEWIS (1942), LEWIS et MODLIBOWSKA (1942) admettent que l'arrêt de la croissance des tubes polliniques est du à la présence de facteurs de stérilité dans les styles et stigmates. Cette théorie des facteurs d'opposition a été suggérée par PRELL dès 1921.

DILLEMANN (1948) expose cette théorie qui suppose l'hérédité contrôlée par une unique série d'allélomorphes multiples S_1, S_2.....S_n. Deux de ces allélomorphes sont présents dans les tissus diploïdes de chaque individu et se répartissent en proportions égales dans le pollen et les sacs embryonnaires haploïdes. Quand un pollen et un pistil possèdent en commun le même facteur de stérilité, il y a auto-incompatibilité ; lorsque nul facteur n'est commun, il y a compatibilité.

Cette théorie rend explicable l'auto-incompatibilité très marquée de plantes dont la constitution chromosomique est simple : espèces fruitières diploïdes telles que les cerisiers ; elle explique pourquoi l'auto-incompatibilité devient moins fréquente et plus diffuse lorsqu'on étudie des plantes dont la constitution chromosomique est de plus en plus complexe : ainsi chez *Prunus domestica* (hexaploïde) l'incompatibilité est moins marquée que chez le cerisier mais plus fréquente que chez le pommier dont la constitution chromosomique est encore plus complexe.

D'après les essais de LEWIS et MODLIBOWSKA (1942), il semble que la solution à ce problème de l'auto-incompatibilité doive être recherchée, chez les arbres fruitiers à pépins, dans l'obtention de variétés auto-tétraploïdes. La variété auto-tétraploïde de poirier « Fertility » signalée par ces auteurs s'est révélée autofertile.

Nos essais de *germination de pollen avec addition de stigmates* paraissent s'accorder avec les résultats très faibles ou nuls de nos auto-

pollinisations : une diminution du pourcentage de germination a été observée, en effet, dans tous les cas lorsqu'était ajouté au milieu un stigmate provenant de la variété à laquelle appartenait le pollen. Cependant, chez deux variétés, Reinette de Caux et Chailleux, nous avons signalé une diminution très faible ou nulle. Or, chez ces deux variétés l'auto-compatibilité s'est révélée notable au cours des essais d'auto-pollinisations.

En ce qui concerne les variétés triploïdes, Belle de Boskoop et Reinette grise du Canada, le fait que nous n'avons pas obtenu, au cours de nos deux années d'essais, de fruits par autofécondation ne permet pas de conclure à leur auto-incompatibilité absolue. Dans ce cas, en effet, l'incompatibilité n'est pas la seule cause de stérilité, il existe chez ces variétés une stérilité cytologique des cellules germinales. On constate que la qualité germinative des grains de pollen est très mauvaise ; la croissance des tubes polliniques, lorsqu'ils se forment, est très lente et, si une fécondation arrive à se produire l'union de lots chromosomiques inégaux détermine très souvent un avortement du développement embryonnaire.

Les résultats fournis par nos *études sur la croissance des tubes polliniques après autopollinisations*. semblent s'accorder avec les pourcentages de nouaisons et de fructification. L'auto-incompatibilité qui se traduit par un arrêt de la croissance des tubes est marquée chez Reine des Reinettes, très faible chez Chailleux. Chez la variété triploïde Reinette grise du Canada la mauvaise qualité du pollen intervient mais il semble cependant qu'un certain nombre de tubes soient arrêtés par suite d'une incompatibilité.

En résumé, nous pensons que l'auto-incompatibilité joue un grand rôle chez le pommier, principalement parmi les variétés diploïdes. Ce phénomène serait explicable par la théorie des facteurs d'opposition ; cependant, *nos expériences semblent montrer l'importance de substances de nature hormonale qui doivent se trouver liées à la présence de ces facteurs.*

2. — **Fécondations croisées**

Les résultats des autopollinisations montrent qu'aucune de nos onze variétés ne peut fournir par autofécondation une production suffisante. Il faudra, en conséquence, établir des choix de variétés pour les nouvelles plantations et l'examen des résultats obtenus à la suite des pollinisations croisées peut seul nous permettre, à cet égard, de tirer des conclusions valables.

La figure 13 donne pour chacune des variétés les pourcentages de fruits normaux (moyenne 1947-1948) cueillis à la suite des diverses pollinisations croisées. Cette représentation permet une interprétation

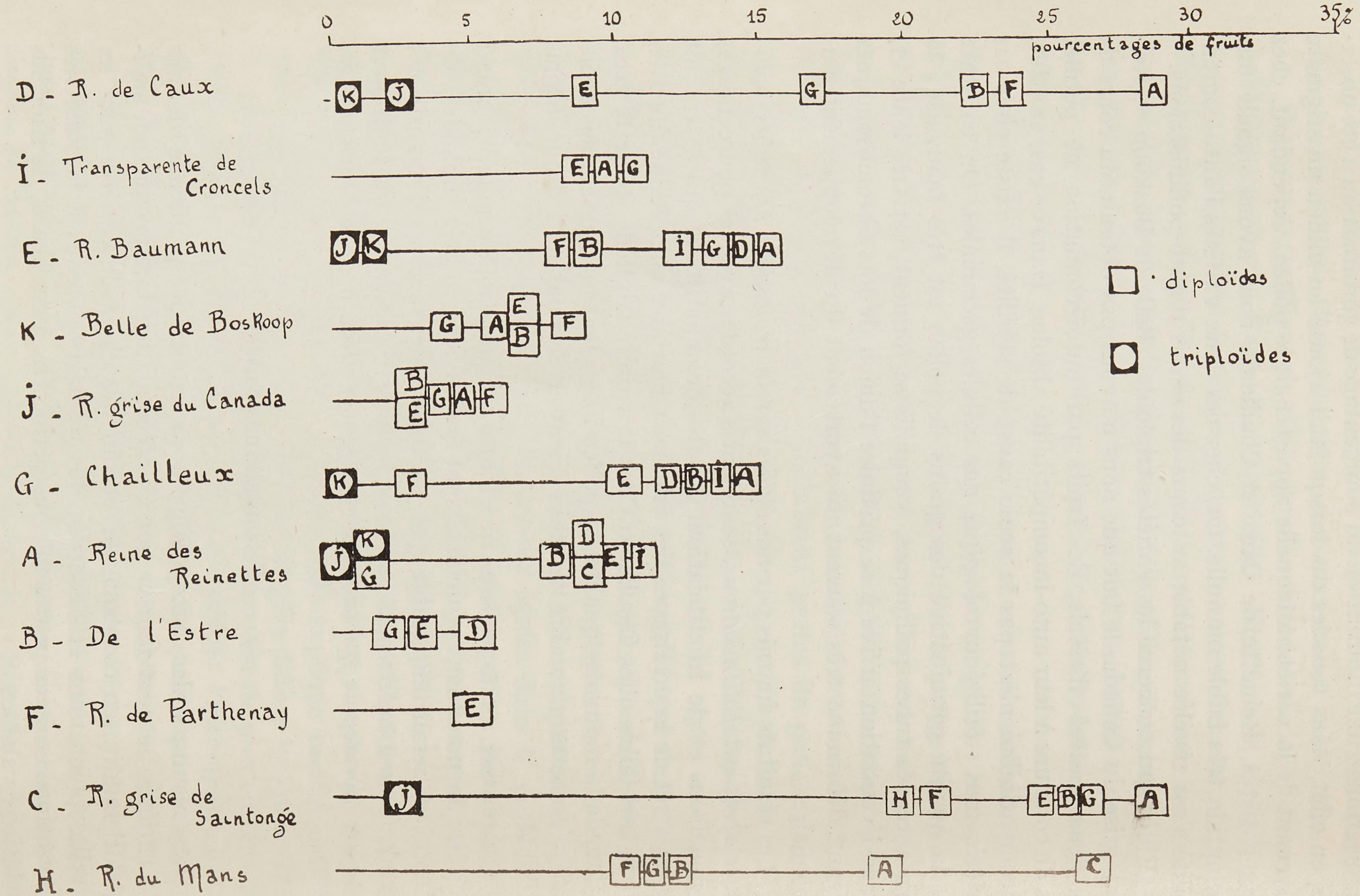


FIG. 13. — Pourcentages de fructifications obtenus à la suite des pollinisations croisées (moyenne 1947-1948)

plus facile des chiffres donnés précédemment par variété et indique quelles sont les meilleures pollinisatrices pour chacune d'elles.

Nous avons attribué aux variétés pollinisatrices des lettres de A à K suivant la qualité germinative décroissante de leur pollen.

a) *Les croisements diploïdes × diploïdes*

Nous constatons immédiatement que ce sont des variétés diploïdes pollinisées par d'autres diploïdes qui donnent les meilleures fructifications, cependant, nous remarquons, ainsi que nous l'avons noté pour les fruits témoins, que les premières places sont occupées surtout par des variétés dont les pollens avaient une qualité germinative très inférieure à Reine des Reinettes, alors que les fructifications de cette dernière variété se révèlent assez faibles. Il semble donc que, souvent, chez une même variété, il y ait une différence de qualité entre les cellules germinales mâles et femelles.

Nous remarquons, d'autre part, qu'une variété à excellent pollen n'est pas forcément une pollinisatrice universelle : en effet, si Reine des Reinettes détermine des pourcentages élevés de fructifications sur la plupart des autres variétés, elle ne peut féconder Reinette de Parthenay et de l'Estre.

Inversement une variété dont le pollen aura une qualité germinative médiocre, telle que Chailleux, pourra se révéler, dans certains cas, meilleure pollinisatrice qu'une variété comptant beaucoup moins de grains de pollen avortés.

Ces constatations soulignent *la nécessité d'effectuer des pollinisations croisées, l'étude de la germination du pollen ne permettant pas, à elle seule, de tirer des conclusions formelles sur la valeur fécondante d'une variété.*

A la suite de nos expériences nous avons pu déceler *la stérilité de certains croisements entre variétés diploïdes :*

1° Reinette de Caux et Transparente de Croncels (stériles dans les deux sens).

2° De l'Estre et Reinette de Parthenay (stériles dans les deux sens).

Ces deux dernières variétés se sont révélées très médiocres productrices de fruits ; la première n'a pu être fécondée que par Reinette de Caux, Reinette Baumann, Chailleux, alors que pour la seconde le pollen de Reinette Baumann a seul donné un résultat.

3° Reine des Reinettes et Reinette de Parthenay (stériles dans les deux sens).

En conséquence, il faudra éviter de planter un verger avec seulement les deux variétés constituant l'un de ces trois groupes.

I. MODLIBOWSKA (1945) a déterminé que ce type de stérilité était dû à un arrêt de la croissance des tubes polliniques dans les styles. Il s'agirait donc d'une incompatibilité de croisement explicable par la théorie des facteurs d'opposition.

Nos études sur la *croissance des tubes polliniques dans les styles* confirment cette thèse. Les tubes polliniques de Reinette de Parthenay sont, nous avons pu le constater, incapables de pénétrer profondément à l'intérieur des styles de Reine des Reinettes, ils présentent des renflements terminaux, indice d'une incompatibilité. Au contraire à la suite de croisements entre d'autres variétés diploïdes, nous avons observé une croissance normale des tubes polliniques qui atteignaient l'ovaire rapidement.

D'autre part, si nous nous reportons aux résultats de nos expériences de *germination de pollen avec addition de stigmates*, nous constatons :

Une diminution du pourcentage de germination du pollen de Reinette de Caux lorsque les stigmates de Transparente de Croncels sont ajoutés au milieu et, réciproquement, une diminution de la qualité germinative du pollen de Transparente de Croncels après addition d'un stigmate de Reinette de Caux. Les mêmes remarques sont à faire en ce qui concerne les pollens de Reinette de Parthenay et de De l'Estre mis en présence respectivement de stigmates de De l'Estre et de Reinette de Parthenay.

Ces faits semblent indiquer que des substances provenant des stigmates inhibent la croissance des tubes polliniques. L'incompatibilité de croisement de même que l'auto-incompatibilité seraient dues, d'après nous, à l'action de ces *substances de nature hormonale* dont la présence semble liée à celle des facteurs d'opposition.

b) *Les croisements diploïdes × triploïdes*

L'étude du pollen de nos deux variétés triploïdes nous a fourni des pourcentages de germination très faibles laissant supposer une valeur pollinisatrice médiocre de ces variétés.

L'examen des résultats détaillés, par variété, donnés précédemment, ainsi que la figure 13, nous montrent que les expériences de pollinisations croisées ont confirmé cette indication ; lorsque des fructifications sont obtenues, leurs pourcentages sont toujours inférieurs à 5 % ; d'autre part, les fruits issus de ces croisements ne renferment jamais plus de quatre pépins.

A côté de ces résultats très faibles il faut signaler un certain nombre de croisements qui sont demeurés stériles en 1947 et en 1948 : Les variétés diploïdes Chailleux, Transparente de Croncels, De l'Estre, Reinette de Parthenay pollinisées par Reinette grise du Canada, d'une part, et d'autre

part, les variétés diploïdes Transparente de Croncels, De l'Estre, Reinette de Parthenay pollinisées par Belle de Boskoop.

La croissance des tubes polliniques de Reinette grise du Canada dans les styles de Reine des Reinettes nous a montré par ailleurs les difficultés rencontrées par le pollen d'une variété triploïde pour atteindre l'ovaire d'une variété diploïde. Cependant cette croissance s'est montrée plus satisfaisante que celle des tubes polliniques de Reine des Reinettes et de Reinette de Parthenay dans les mêmes styles. Notre conclusion sur ce type de croisement devra donc être prudente :

L'incompatibilité n'est sans doute pas, dans ces cas-là, la cause principale de la stérilité. La mauvaise qualité du pollen (nombreux grains avortés, tubes polliniques trop courts) et la répartition très inégale des chromosomes doivent jouer un grand rôle.

c) *Les croisements triploïdes × diploïdes*

Les pourcentages de fructifications obtenus chez les deux variétés triploïdes sont beaucoup plus faibles que ceux constatés chez la plupart des variétés diploïdes. Ils n'atteignent en aucun cas 10 %. Cependant, nous notons la présence dans les fruits obtenus d'un nombre de pépins supérieur à celui des fruits témoins.

La figure 13 montre que les variétés pollinisatrices de Belle de Boskoop et de Reinette grise du Canada sont les mêmes. Dans les deux cas, celle qui détermine les pourcentages les plus élevés de fructification est Reinette de Parthenay dont le pollen ne se classe pas parmi les meilleurs.

Deux autres variétés diploïdes utilisées n'ont donné aucune fructification ; ce sont :

— Transparente de Croncels, qui semble interstérile dans les deux sens avec Belle de Boskoop et Reinette grise du Canada.

— Reinette de Caux, qui n'a déterminé aucune nouaison chez Reinette grise du Canada en 1947 et 1948 alors qu'elle provoquait une nouaison très faible non suivie de fructification chez Belle de Boskoop.

L'étude de la croissance des tubes polliniques de Reine des Reinettes dans les styles de Reinette grise du Canada explique le pourcentage relativement satisfaisant de fructification obtenu à la suite de ce type de pollinisation, le pollen de Reine des Reinettes arrive en effet rapidement à l'ovaire de la variété à féconder. L'incompatibilité au niveau des styles ne semble pas, dans ce cas particulier, être très forte.

Cependant nous avons noté, que l'addition de stigmates provenant de variétés triploïdes déterminait une diminution du pourcentage de germination des pollens. Mais dans ce cas il s'agit d'une action à distance. A l'intérieur des styles de triploïdes cette substance pourrait se trouver

modifiée sous l'action directe des tubes polliniques de diploïdes, ce qui lèverait la contradiction apparente.

Dans ce type de croisements l'interprétation doit être très réservée, mais à la lumière de nos essais, il ne semble pas que l'incompatibilité au niveau des styles y joue un rôle prépondérant, l'insuffisance de fructification doit plutôt être due à un déséquilibre chromosomique des gamètes mâle et femelle.

A la suite de l'étude de ces croisements triploïdes × diploïdes et diploïdes × triploïdes, nous remarquons que *nos deux variétés triploïdes* Belle de Boskoop et Reinette grise du Canada *semblent plus fertiles lorsqu'elles sont utilisées comme femelles.*

d) *Les croisements triploïdes × triploïdes*

Les croisements réciproques entre Reinette grise du Canada et Belle de Boskoop n'ont donné aucune nouaison en 1947 et 1948. *L'incompatibilité et la stérilité cytologique* se combinent dans ce type de croisements pour rendre très difficile toute fécondation.

Une confirmation à cette thèse est apportée par l'étude de la croissance des tubes polliniques de Belle de Boskoop dans les styles de Reinette grise du Canada, les tubes sont peu nombreux et sont fréquemment arrêtés dès le début de leur pénétration dans les styles. Ils présentent alors les renflements qui indiquent une incompatibilité.

En conséquence, il faudra éviter de planter un verger, avec seulement ces deux variétés triploïdes.

6. — CARACTÈRES DES FRUITS OBTENUS A LA SUITE DES CROISEMENTS

La métaxénie

Les caractères de tous les fruits obtenus à la suite des pollinisations croisées, en 1947 et en 1948, ont été étudiés. Nous avons pu constater à plusieurs reprises que certains caractères des fruits rappelaient ceux des variétés fécondantes.

a) **Le poids**

Les pesées des fruits témoins ont mis en évidence les poids plus élevés trouvés chez les variétés triploïdes ; or, nous avons remarqué qu'à la suite de pollinisations de diploïdes par des triploïdes, les fruits obtenus avaient un poids plus élevé que les fruits issus de croisements avec d'autres variétés diploïdes.

En 1947, les deux fruits de Reinette Baumann issus du croisement avec la variété triploïde Belle de Boskoop pesaient 230 grammes et 235 grammes alors que les autres fruits de la même variété obtenus après fécondations libres avaient pour poids moyen 100 grammes et après pollinisations par les variétés diploïdes Chailleux et Transparente de Croncels, en moyenne, respectivement 158 et 136 grammes : aucun de ces fruits ne dépassant le poids de 200 grammes.

En 1947 également, le croisement Reine des Reinettes × Reinette grise du Canada a donné un fruit pesant 160 grammes, alors que les fruits témoins de Reine des Reinettes pesaient en moyenne 119 grammes, et ceux obtenus à la suite de pollinisations par Reinette de Caux : 100 grammes, par Transparente de Croncels : 100 grammes.

En 1948, nous avons noté également un poids plus élevé des fruits de Reinette de Caux issus de pollinisations par Reinette grise du Canada et Belle de Boskoop, comparés aux fruits témoins ou obtenus après pollinisations par d'autres variétés diploïdes.

b) **La forme**

Pour les fruits témoins ainsi que pour tous les fruits issus de pollinisations artificielles nous avons établi le rapport $\frac{\text{hauteur}}{\text{largeur}}$.

Ceci nous a permis de classer les variétés suivant leurs formes plus ou moins allongées, depuis Reinette du Mans = 0,92 jusqu'à Belle de Boskoop = 0,73.

Nous avons constaté que les fruits témoins de Reinette grise de Saintonge donnaient le rapport moyen de 0,80, alors que ceux issus de pollinisations par Reinette du Mans donnaient, en moyenne, 0,90.

Les fruits témoins de Reinette de Caux ont un rapport moyen de 0,83 ; or, de tous les fruits issus de pollinisations croisées ce sont ceux obtenus après croisements par Belle de Boskoop qui donnent le rapport le plus faible : 0,78.

La même influence du pollen de Belle de Boskoop se retrouve sur la forme des fruits de Chailleux et Reinette Baumann dont les rapports $\frac{\text{hauteur}}{\text{largeur}}$ sont beaucoup plus faibles que ceux des fruits issus des autres croisements.

c) **La longueur du pédoncule**

Les longueurs moyennes des pédoncules varient considérablement suivant les variétés depuis 8 millimètres pour Reinette de Parthenay jusqu'à 23 millimètres pour Reinette de Caux.

Il faut noter, cependant, que la variété Reinette de Caux se diffé-

rencie très nettement des autres par ce seul caractère. Or, nous avons constaté chez les fruits de Reinette Baumann, Chailleux et Reine des Reinettes obtenus à la suite de pollinisations par Reinette de Caux, la présence de pédoncules nettement plus longs que ceux des fruits issus des autres pollinisations.

d) **Les caractères de l'épiderme**

Nous avons noté au cours de nos deux années d'essais un certain nombre de variations par rapport aux fruits témoins.

En 1947, Reine des Reinettes fécondée par Reinette grise du Canada nous a donné un seul fruit ; il présentait sur sa moitié inférieure un épiderme rugueux, roussâtre rappelant absolument celui des fruits de Reinette grise du Canada. Il est à signaler que tous les autres fruits de Reine des Reinettes témoins ou issus de croisements par Reinette de Caux ou Transparente de Croncels avaient un épiderme parfaitement lisse.

D'autre part, les quatre fruits de Reinette grise du Canada obtenus après pollinisation par Reinette Baumann, variété à épiderme lisse, ne présentaient plus qu'un très léger revêtement roussâtre, sporadique, la plus grande partie de leur épiderme étant lisse et de coloration vert-jaunâtre.

En 1948, nous avons noté, à côté des fruits témoins de Reinette de Caux qui avaient un épiderme lisse de coloration verte avec rayures rouges, ceux issus d'un croisement par Reinette grise du Canada dont l'épiderme vert était garni de larges plaques roussâtres.

Au contraire, les fruits témoins de Reinette grise de Saintonge dont l'épiderme est rugueux et roussâtre sur toute son étendue, sont différents de ceux provenant d'une pollinisation par Reinette Baumann chez lesquels l'épiderme est presque totalement lisse.

Enfin, au cours de cette même année 1948, nous avons noté un cas particulièrement visible : les fruits témoins de Belle de Boskoop dont la peau est lisse et de coloration jaune-verdâtre, plaquée de rouge, étaient très différents d'aspect, comparés à ceux obtenus à la suite de pollinisations par Chailleux. Ces derniers avaient un épiderme rappelant absolument celui de la variété fécondante : réseau roussâtre rugueux avec plaques rouges sporadiques.

DISCUSSION DES RÉSULTATS

D'après nos observations, les modifications semblent dues à l'intervention du pollen de la variété fécondante puisque certains caractères paternels sont retrouvés sur les fruits examinés.

Cependant, si l'influence du pollen étranger sur l'embryon et l'albu-

men est évidente, puisque ces tissus proviennent de la double fécondation et associent les caractères maternels et paternels, il est beaucoup plus difficile d'admettre cette influence sur la pulpe ou l'épiderme du fruit, ces tissus provenant uniquement de la variété fécondée sans intervention directe du pollen de la variété fécondante.

Cette question mérite, à notre avis, une attention spéciale, étant donné que chez le pommier, ainsi que nous venons de le voir, la fécondation ne peut être obtenue d'une façon satisfaisante qu'avec du pollen étranger.

Des observations comparables aux nôtres ont été faites par divers auteurs étrangers. C'est SWINGLE (1926) qui désigna le premier ce phénomène sous le nom de *métaxénie*. Depuis cette date des controverses très vives se sont élevées.

KOBEL (1938) étudiant la fécondation chez le cerisier a constaté que, suivant les croisements effectués, la taille des noyaux des fruits obtenus variait.

VALDEYRON (1941) cite de nombreux travaux effectués sur la vigne, les cucurbitacées, les solanacées, le cotonnier et le dattier ; ces recherches ayant abouti à des résultats contradictoires, l'auteur se garde de conclure et montre l'intérêt qu'il y aurait à trancher cette question par des expériences systématiques.

FRISCHENSCHLAGER (1938), effectuant des recherches sur l'influence du pollen de variétés étrangères sur la constitution de la pulpe des variétés de poires et de pommes, semble avoir obtenu des résultats positifs ; il indique, en effet, que les fruits présentent des différences appréciables de qualité et de durée de conservation suivant les croisements.

OSTERWALDER, passant en revue, récemment (1947), les recherches entreprises sur le xénie chez le pommier, mentionne les résultats positifs obtenus par le Hongrois HUSZ quant à la forme des fruits, mais il ne pense pas, cependant, que la métaxénie soit évidente chez les arbres fruitiers à pépins.

Les adversaires de la métaxénie affirment qu'il s'agit seulement de mutations de bourgeons, ce que les auteurs anglo-saxons appellent « bud-sports ».

A notre avis, il serait vain de nier d'une façon catégorique l'existence de la métaxénie. Les nombreuses observations personnelles rapportées précédemment ne pourraient, dans leur totalité, être expliquées par les mutations de bourgeons.

La question se pose de savoir comment le pollen peut agir sur les caractères des tissus dont l'origine maternelle est indéniable. Ce que nous connaissons du processus de la fécondation nous fait écarter toute hypothèse d'action directe des gènes paternels apportés par le pollen, ceux-ci restant localisés dans l'embryon et l'albumen.

A partir de ces tissus, cependant, on peut supposer que des *substances de nature hormonale* parviendraient dans la pulpe du fruit et y détermineraient les modifications que nous avons observées.

Cette hypothèse, que nous avions formulée dès 1947, semble confirmée par les observations de LUCKWILL (1949), qui a localisé dans l'albumen des jeunes pépins de pommier, quelques semaines après la fécondation, des centres très actifs de production hormonale.

IV. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les observations effectuées et les résultats de nos essais nous permettent de tirer un certain nombre de conclusions relatives à l'ensemble du problème de la fécondation et de la fructification du pommier.

Nous avons pu constater que les *facteurs climatiques*, et notamment la température, modifient considérablement les dates d'apparition et la durée des stades de préfloraison et de floraison, ainsi que les pourcentages de nouaison et de fructification. Nous avons noté, cependant, que *toutes les variétés ne semblent pas également sensibles à la température*.

D'autre part, nous avons remarqué que la *contitution chromosomique* des variétés diploïdes ou triploïdes ne peut être établie qu'à la suite d'un comptage de chromosomes ou, à la rigueur, d'un examen de la qualité germinative des pollens. En effet, si les mensurations des bourgeons ont fait apparaître un gigantisme relatif des variétés triploïdes, les caractères des fleurs, par contre, ne permettaient aucune différenciation nette. La polyploïdie complexe des variétés de pommier dites « diploïdes » et « triploïdes » ne permet pas d'établir, à coup sûr, une corrélation entre les caractères morphologiques et la constitution chromosomique de la plante alors que gigantisme et polyploïdie ont des rapports étroits chez les végétaux dont la constitution chromosomique est plus simple.

Les résultats de nos pollinisations ont montré l'importance de la *stérilité factorielle et de la stérilité cytologique* qui, chez les variétés triploïdes, se combinent pour diminuer la fertilité.

Enfin, et surtout, à la suite de nos essais, *il nous apparaît que des substances de nature hormonale doivent jouer un grand rôle dans le processus de la fécondation et de la fructification* : les phénomènes d'*autoincompatibilité* et d'*incompatibilité de croisements* nous semblent liés à leur présence ; la formation des *fruits parthénocarpiques* ne doit pas, non plus, être étrangère à leur action ; enfin, *la métaxénie* ne saurait trouver, à notre avis, d'autre explication.

Nos observations et essais nous permettent, d'autre part, de tirer

des *conclusions d'ordre pratique*, relatives aux onze variétés recommandées pour les nouvelles plantations.

Des pourcentages intéressants de fructification ne pourront être obtenus qu'à la suite de fécondations, la parthénocarpie jouant, sous nos climats, un rôle négligeable. Les fécondations croisées sont seules susceptibles d'assurer des productions satisfaisantes. Il faudra, en conséquence, éviter la plantation de blocs importants avec une seule variété. Nous avons noté, cependant, chez certaines variétés un faible degré d'autofertilité.

Pour établir les choix de variétés à recommander, il faudra tenir compte des époques de floraison. Nos observations nous ont permis de classer, à cet égard, les variétés à l'étude en cinq groupes.

Les résultats des pollinisations montrent que les plus fortes fructifications sont obtenues à la suite de croisements entre variétés diploïdes.

Cependant, les deux variétés triploïdes, Belle de Boskoop et Reinette grise du Canada, ont une grande valeur commerciale et il n'est pas souhaitable de les écarter des nouveaux vergers. Elles devront être plantées en mélange avec plusieurs variétés diploïdes qui assureront leur fécondation.

En tenant compte des époques relatives de floraison et des résultats obtenus à la suite de nos essais de pollinisations, *les choix suivants de variétés peuvent être recommandés :*

a) Transparente de Croncels, Chailleux, Reinette Baumann, Reine des Reinettes : toutes ces variétés sont interfertiles.

b) Reinette de Caux, Reinette Baumann, Reine des Reinettes, Reinette grise du Canada *ou* Belle de Boskoop. Les deux variétés triploïdes sont interfertiles avec Reinette Baumann et Reine des Reinettes ; elles fécondent Reinette de Caux, mais cette variété ne peut les faire fructifier.

c) Reinette Baumann, Belle de Boskoop, Chailleux, Reine des Reinettes.

d) Reinette de Caux, Reinette Baumann, Chailleux, de l'Estre.

e) Reinette Baumann, Reinette de Parthenay.

f) Reine des Reinettes, Reinette grise de Saintonge, Reinette du Mans.

Enfin, nous avons décelé, au cours de nos essais, un certain nombre d'*incompatilités de croisements entre variétés diploïdes* ; il faut souligner l'interstérilité des couples de variétés suivantes :

a) Reinette de Caux et Transparente de Croncels.

b) De l'Estre et Reinette de Parthenay.

c) Reine des Reinettes et Reinette de Parthenay.

BIBLIOGRAPHIE

BRITTAIN (W. H.) (1933). — Apple pollination studies. *Bull.*, nº 162, *Dep. Agric. Can.*

BUNYARD (E. A.) (1934). — Conference on apples and pears. *Royal Horticultural Society*, London.

COUTAUD (J.) (1946). — Recherches sur l'amélioration du verger breton. Etude de l'autofécondation et de la fécondation croisée chez quelques variétés de pommiers à couteau recommandées pour les nouvelles plantations en Bretagne. *Bull. Soc. Scient. de Bretagne*, **21**, 144-150.

COUTAUD (J.) (1947). — Premières observations sur la question de la métaxénie chez le pommier. *Bull. Soc. Scient. de Bretagne*, **22**, 49-52.

COUTAUD (J.) (1948). — Influence des stigmates sur la qualité germinative des pollens de différentes variétés de pommiers. *C. R. Académie des Sciences*, **226**, 2090-2091, 21 juin 1948. *Bull. Soc. Scientifique de Bretagne*, **23**, 113-116.

COUTAUD (J.). (1948). — Contribution à l'étude de la parthénocarpie chez le pommier. *Bull. Soc. Scient. de Bretagne*, **23**, 27-31.

CRANE (M. B.) et LAWRENCE (W. J. C.) (1930). — Fertility and vigour of apples in relation to chromosome number. *Journ. Gen.*, **22**, 153.

CRANE (M. B.) et LEWIS (D.) (1942). — Genetical studies in pears. III — Incompatibility and sterility. *J. Genet.*, **43**, 31-43.

DARLINGTON (C. D.) et MOFFET (A. A.) (1930). — Primary and secondary balance in Pyrus. *Journ. Genet.*, **22**, 129.

DARWIN (C.) (1876). — Effects of cross- and self fertilization in the vegetable kingdom. John Murray, London.

DESAYMARD (P.) (1948). — Mise à Fruit des arbres fruitiers. Thèse Toulouse.

DILLEMANN (G.) (1948). — L'auto-incompatibilité chez les Phanérogames. *Revue Scientifique*, **86**, 303-314.

EAST (E. M.) (1915). — The phenomenon of self sterility. *Amer. Naturalist*, **49**, 77-87.

FLECKINGER (J.) (1937). — Caryologie, qualité germinative du pollen chez nos variétés de pommiers. *Ann. des Epiph.*, **3**, 485-506.

FLECKINGER (J.) (1938). — Grandeur des fleurs et pilosité du calice en rapport avec la polyploïdie chez le pommier. *C. R. Acad. Sciences*, **206**, 205.

FRISCHENSCHLAGER (B.) (1938). — Versuche über den Einfluss der sortenfremden Blütenstaubes auf die Ausbildung des Fruchtfleisches Birn- und Apfelsorten. *Gartenbauwiss.*, **12**, 138-144.

GAGNIEU (A.) (1947). — Comportement caryologique et caractère du pollen de pommiers. *Ann. Agron.*, **17**, 365-392.

GAGNIEU (A.) (1951). — Production de pollen chez le pommier. *Annales de l'I. N. R. A.*, Série B, 1re année, 4, 455-496.

GOLUBINSKY (I. N.) (1946). — L'influence des mélanges de grains de pollen et de leur densité sur leur germination (en russe) *Agrobiologija*, **1946**, 59-70.

HEILBORN (O.) (1928). — Zytologische Studien über Pollensterilität von Apfelsorten. *Svensk. Bot. Tidsk.*, **22**, 185.

HEILBORN (O.) (1932). — Lethal Gene Combinations and pollen sterility in diploïd apple varieties. *Hereditas*, **16**, 1-18.

HEILBORN (O.) (1935). — *Acta Horti Bergiani*, **11**.

HEILBORN (O.) (1938). — Pollen tube growth in apple flowers. *Ann. Agric. College of Sweden*, **5**, 165-177.

JOHANSEN (D. A.) (1940). — Plant microtechnique. Mac Graw Hill Book Company N. Y.

JOHANSSON (E.) (1931). — Pollinations experiments in fruit trees at Alnarp 1926-1930. *Sver. Pomol. Foren. Arsskr.*, **1**, 1-29.

KOBEL (F.) (1931). — Lehrbuch des Obstbaus auf physiologischer Grundlage. Julius Springer, Berlin.

KOBEL (F.) (1938). — Weitere Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse der Kirschensorten. *Landw. Gb. Schweiz*, 564-595.

KOBEL (F.) (1940). — Befruchtung und Fruchtbildung der Obstbäume. *Schweizer. Zeitschr.*, **49**, 131-143.

LATIMER (L. P.) et RAWLINGS (C. O.) (1937). — The occurence of seedless apples as a result of frost. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **35**, 111.

LEWIS (D.) et MODLIBOWSKA (I.) (1942). — Genetical studies in Pears. IV — Pollen tube growth and incompatibility. *J. Genet.*, **43**, 211-222.

LUCKWILL (L. C.) (1949). — Fruit development in relation to plant hormones. *Endeavour*, **8**, 32.

MODLIBOWSKA (I.) (1945). — Pollen tube growth in apples and pears. *J. of Pomol.*, **21**, 55-87.

MULLER-THURGAU (H.) (1905). — Die Befruchtungsverhältnisse bei den Obstbäumen. *Landw. Gb. Schweiz.*

NEBEL (B. K.) (1929). — Zur Zytologie von *Malus*. *Zuchter, M.* 2, **1**, 215-217.

OSTERWALDER (A.) (1910). — Blütenbiologie, Embryologie und Entwicklung der Frucht unserer Kernobst Bäume. *Landw. Gb. Schweiz.*, **39**, 917-998.

OSTERWALDER (A.) (1947). — Apfel-Xenien ? *Schweiz. Zeitschr.*, **56**, 397-402.

PRELL (H.) (1921). — Das Problem der Unbefruchtbarkeit. *Naturwiss. Wochenschr.* N. F., **20**, 440-446.

REINECKE (O. H. S.) (1929). — Survey of fruit orchards of the Western Cape Province. Dept. of Agric., Union of South Africa.

REINECKE (O. H. S.) (1930). — The relation of seed formation to fruit development. *South Afric. J. Sci.*, **27**, 303-309.

RUDLOFF (C. F.) et SCHANDERL (H.) (1934). — Die Befruchtungsverhältnisse bei unseren Obstgewächsen. Rud. Bechtold C°, Wiesbaden.

RYBIN (V. A.) (1927). — On the number of chromosomes observed in the somatic and reduction division of the cultivated apple in connection with pollen sterility of some of its varieties. *Bull. Appl. Bot.*, 17-102.

SEARS (E. R.) (1937). — Cytological phenomena connected with self sterility in the flowering plants. *Genetics*, **22**, 130-181.

SWINGLE (W. T.) (1926). — Metaxenia or the influence of the male parent on the tissues of the mother plant outside of the embryo and endosperm, especially as exemplified in the date palm. *Pan. Pacif. Sci. Congr. Tokyo*, **1**, 1164-5.

WAITE (M. B.) (1894). — Pollination of pears flowers. *U. S. Dept. Agric. Div., veg. path. bull.*, **5**, 1-86.

YASUDA (S.) (1934). — Physiological research on self incompatibility in *Petunia violacea*. *Bull. Imp. College Agr. and Forestry*, **20**, 1-95.

YASUDA (S.) (1939). — Parthenocarpy induced by stimulation of pollination in some higher plants. *Mem. Fac. Sci. and Agr.*, Taihoku Imp. Univ., **27**, 1-51.

DOCUMENTATION

1. Cytologie

HRISHI (S. J.). — **Studies on the cytogenetics of six species of Pennisetums and their comparative morphology and anatomy.** (Morphologie, anatomie et cytogénétique comparées de six espèces de *Pennisetum*.) *Genetica*, XXVI, 280-356, 1952.

Etude comparative de 6 espèces sauvages de *Pennisetum* (*Hohenackeri alopecuros, Ruppellii, orientale, clandestinum, polystachyon*.) appartenant aux sections *Gymnothrix, Eu-Pennisetum* et *Brevivalvula*. Description morphologique des plantes accompagnée de photographies et d'analyses florales, suivie d'une analyse histologique comparée des feuilles. L'étude cytologique qui complète cette monographie considère les chromosomes somatiques et méiotiques de chaque espèce, exclusivement à partir d'inclusions dans la paraffine. L'auteur discute finalement les résultats obtenus en ce qui concerne les relations taxonomiques de ces six espèces.

S. E.

STEINITZ-SEARS (L. M.) et SEARS (E. R.). — **Chiasmata and crossing over in a dicentric chromosome in wheat.** (Chiasmas et crossing-over sur un chromosome dicentrique du blé.) *Genetics*, XXXVIII, 3, 244-250, 1953.

SEARS et CAMARA, étudiant le comportement d'un chromosome dicentrique chez le blé, espéraient trouver de nouvelles preuves en faveur de la théorie de la chiasmatypie partielle.

Ce chromosome dicentrique est formé d'un grand bras, d'un centromère principal, d'une zone intercentrique, d'un centromère secondaire, et enfin d'un bras très court. Lorsqu'il se produit un crossing-over dans la région intercentrique, on doit observer, si ce crossing-over n'intéresse que deux chromatides, la formation de ponts chromatidiques doubles provenant de l'impossibilité d'une terminalisation au delà des centromères secondaires.

On observe en effet, dans 9,8 % des cellules mères du pollen, la formation de tels ponts doubles au cours de la première anaphase méiotique. Mais d'autre part, on peut observer que 28 % des cellules en métaphase montrent la présence d'un chiasma du côté opposé au grand bras par rapport au centromère principal, seul actif à ce moment. On peut rapporter un tel chiasma à un crossing-over dans la zone intercentrique, car le bras du chromosome situé au delà du centromère secondaire est très petit et peut être négligé.

Il y a donc un désaccord entre ces deux phénomènes rapportés tous deux à la formation d'un crossing-over dans la zone intercentrique. Trois explications sont possibles.

1° Il peut y avoir une cassure précoce des ponts chromatidiques, mais cela est très improbable étant donné la rareté des fragments observés au cours de la deuxième division méiotique.

2° Les chiasmas peuvent être localisés sur le bras très réduit prolongeant le centromère secondaire, mais cette supposition paraît peu compatible avec le fait que l'on a un bon accord entre la longueur des deux parties du chromosome situées de part et d'autre du centromère principal et la fréquence des chiasmas observés sur chacune d'elles.

3° Si les centromères secondaires « fils » peuvent se séparer au cours de la première anaphase alors que cette séparation n'a lieu normalement qu'au cours de la deuxième division, la terminalisation des chiasmas intercentriques peut s'achever. Ceci se produirait alors dans les 2/3 des cas.

Ces deux dernières hypothèses ne peuvent être rejetées absolument. Ces faits ne sont donc pas forcément contraires à la théorie de la chiasmatypie partielle, mais ne reçoivent pas d'explication vraiment satisfaisante dans le cadre de cette théorie.

E. P.

WALTERS (M. S.). — **Spontaneous breakage and atypical chromosome movement in meiosis of the hybrid** *Bromus marginatus* x *Bromus pseudolaevipus*. (Ruptures spontanées et mouvements atypiques des chromosomes méiotiques de l'hybride *Bromus marginatus* x *Bromus pseudolaevipus*.) *Genetics*, XXXVII, 8-25, 1952.

La méiose de l'hybride *Bromus marginatus* (2n = 56) x *Bromus pseudolaevipus* (2n = 14) présente certaines irrégularités que l'auteur tente d'analyser. Les fragmentations spontanées observées sur les chromosomes sont rapportées à des ruptures de crossing-over non suivies de restitution, tandis que l'étirement de certaines zones des chromosomes appariés en première métaphase serait dû à un déroulement de la spirale majeure du chromonema. Les mouvements atypiques des univalents clivés en division I sont expliqués par une action centromérique des extrémités de chromatides.

S. E.

2. Génétique

BREIDER (H.). — **Entwicklungsgeschichtlich-genetische Studien über somatische Mutationen bei der Rebe.** (Etude génétique du développement des mutations somatiques chez la vigne.) *Züchter*, XXIII, 7/8, 208-222, 1953.

L'auteur s'intéresse aux plantes vivaces à multiplication végétative, spécialement à la vigne. Il montre l'importance des mutations somatiques à effet mineur, qui transforment progressivement le génotype, sans modifier le phénotype dans les conditions normales. Elles ne se manifestent que dans des conditions extérieures limites.

L'étude des chimères sectoriales du cône végétatif et leur manifestation dans les différentes parties de la plante justifie la théorie du développement monopodial de la vigne. Elle montre aussi que la succession des ébauches d'organes dans le bourgeon d'hiver est à peu près linéaire, et non en spirale 2/5. Les tissus provenant d'un secteur muté du cône végétatif apparaissent suivant un certain rythme explicable par la position relative du secteur et des zones de formation des organes.

L'auteur souligne aussi l'inconvénient de ces mutations dans la conservation de la pureté clonale en pépinière. A. Cw.

DAVIES (W. F.). — **The breeding affinities of some British species of Agrostis.** (Possibilités de croisement de quelques espèces anglaises d'Agrostis.) *British Agricultural Bull.*, V, 23, 315-317, 1953.

Quatre des six espèces anglaises ont été utilisées dans cette étude :
Agrostis canina var. fascicularis
Agrostis canina var. arida
Agrostis tenuis
Agrostis stolonifera
Agrostis gigantea
Une brève description botanique est donnée et l'auteur relate les résultats des croisements interspécifiques (10 sur 20 ont réussi), et des essais d'autofécondation. Une étude cytologique poursuivie parallèlement fera l'objet d'une publication ultérieure.

C. H.

HASKELL (G.). — **Adaptation and the breeding system in groundsel.** (L'adaptation et le système de reproduction chez *Senecio Vulgaris L.*) *Genetica*, XXVI, 5-6, 468-484, 1953.

A la recherche d'une plante commode à utiliser pour des expériences de génétique quantitative, l'auteur a étudié plusieurs espèces d'adventices. Il donne un tableau des propriétés que doit posséder une telle plante. C'est *Senecio vulgaris L.* qui semble la plus intéressante. On peut cultiver au moins cinq générations par an ; la plante ne présente pas d'autoincompatibilité ; elle est facile à castrer et à croiser ; elle ne présente pas d'apomixie ; elle présente une grande variabilité pour des caractères faciles à mesurer.

Son système de reproduction suit un cycle qui rappelle de manière curieuse la méthode actuelle de sélection du maïs : en été, quelques fécondations croisées sont effectuées par les insectes qui visitent occasionnellement les fleurs, puis au cours des générations d'hiver, la plante se reproduit de manière autogame, et l'été ramène la formation d'hybrides entre les lignées ainsi produites. C'est par ce système de reproduction, et par les grandes possibilités de dispersion des graines (emportées par le vent quand elles sont sèches, ou collées aux bottes ou aux pattes des animaux quand elles sont mouillées) que l'auteur explique la possibilité d'adaptation très grande de l'espèce. Il donne des résultats d'observations préliminaires sur la variabilité de la hauteur, du nombre de ramifications et de la précocité de floraison sur cinq générations.

Bien que la plante soit octoploide ($2n = 40$, $x = 5$), elle se comporte comme un diploide. Il semble bien qu'on puisse trouver là un matériel comparable à la drosophile pour l'étude de l'hérédité polygénique. Il permettrait en particulier de vérifier rapidement l'efficacité de méthodes de sélection suggérées par la théorie polygénique de l'hérédité quantitative, avant d'en entreprendre l'application dans l'amélioration des plantes.

M. RIVES.

HAYMAN (B. I.) et MATHER (K.). — **The progress of inbreeding when homozygotes are at disadvantage.** (Evolution par autofécondation d'une population où les homozygotes sont défavorisés.) *Heredity*, VII, 2, 165-183, 1953.

Les auteurs envisagent des populations qui se reproduisent de diverses manières : autofécondation, croisements frères-sœurs, parents-fils, cousins

germains et panmixie. Le calcul des racines latentes (valeurs propres) de la matrice de génération donne l'équilibre atteint par ces populations dans le cas d'un grand nombre d'allèles où tous les homozygotes ont même valeur sélective. Les résultats sont ensuite appliqués au cas où les homozygotes sont défavorisés vis-à-vis des hétérozygotes. Lorsque la valeur sélective des homozygotes devient inférieure à une valeur critique, il est impossible d'obtenir l'homozygotie. Par contre, avec une très faible valeur sélective, un allèle peut subsister dans la population par maintien à l'état hétérozygote. Dans le cas où le nombre de géniteurs qui donneront la génération suivante est constant et où le choix se fait au hasard, la popuiation tend vers l'homozygotie quelle que soit la valeur sélective du caractère. Les auteurs envisagent aussi le cas où l'homozygote issu d'une plante hétérozygote a une valeur sélective supérieure à l'homozygote venant d'une famille homozygote. Les conclusions pratiques de ces calculs montrent les avantages de l'autofécondation dans la réalisation de l'homozygotie et la nécessité, en sélection végétale, de faire jouer au minimum la concurrence lorsqu'on se propose l'obtention d'homozygotes.

Y. DEM.

HAYMAN (B. I.). — **Mixed selfing and random mating when homozygotes are at a disadvantage.** (Allogamie imparfaite dans le cas où les homozygotes sont désavantagés.) *Heredity*, VII, 2; 185-192, 1953.

Cette étude donne les états d'équilibre d'une population en fonction du taux de survivance des homozygotes et de la proportion d'autofécondation naturelle. Lorsque les homozygotes ont même valeur sélective que les hétérozygotes, l'auteur obtient les valeurs exactes de l'équilibre. Dans le cas contraire, les calculs donnent, en fonction du taux de survie des homozygotes, les aires de répartition de l'homozygotie et de différents degrés d'hétérozygotie. L'approche de l'équilibre dépend simplement de la fréquence initiale des gènes quand on ne tient pas compte des valeurs sélectives. Des modifications très légères dans le mode de reproduction peuvent écarter fortement la population de son état d'équilibre.

Y. DEM.

STEPHENS (S. G.). — **Factors affecting the genetic complexity of a partially outcrossed population.** (Facteurs modifiant la complexité génétique d'une population à fécondation croisée partielle.) *Department of Agron., Raleigh*, 10 p.

Que l'hétérosis s'explique par une action cumulative de gènes dominants ou par un avantage inhérent à l'état hétérozygote, la diminution de vigueur au cours des générations d'autofécondation ou de fécondation croisée est identique.

L'Hétérosis persistant après g générations est :

$\left(\frac{1}{2}\right)^g$ en autofécondation

$\frac{1}{2}$ en fécondation croisée quel que soit g.

Une biologie florale mixte donne des résultats intermédiaires. Ces résul-

tats sont indépendants de toute existence de linkage mais supposent des gamètes également viables et une action génique additive « en moyenne ». L'auteur discute les possibilités d'application à la sélection du coton.

C. H.

3. Physiologie

BATEMAN (A. J.). — **Self-incompatibility systems in Angiosperms. I. Theory.** (Systèmes d'auto-incompatibilité chez les Angiospermes. I. Theory.) *Heredity*, VI, 3, 285-310, 1952.

Dans ce premier article consacré à l'aspect théorique de l'auto-incompatibilité, l'auteur, passant en revue nos connaissances actuelles sur la question propose une classification des systèmes connus ou hypothétiques. Il distingue les systèmes complémentaires caractérisés par une activation des génotypes différents des systèmes d'opposition où il y a inhibition des génotypes semblables. Il s'attache ensuite à l'étude de ce dernier type d'incompatibilité.

Il développe une théorie de l'apparition de l'incompatibilité dans les espèces végétales, qui a le mérite, quelles que soient les critiques qu'on puisse lui faire, d'être nuancée et de laisser la place à un grand nombre de possibilités évolutives : il pense que dans un milieu où l'allogamie constitue un élément favorable, peuvent coexister de nombreux phénotypes différents du point de vue sérologique. Une évolution progressive réaliserait une division du travail dans le style ou les ovules produisant dès lors les anticorps des antigènes du pollen. Ceci se marquerait sans doute au début par une forte pseudo-compatibilité dans l'espèce avec toutefois un meilleur grainage en fécondation croisée. Ensuite l'efficacité du système augmenterait par sélection de modificateurs : soit non spécifiques, on aurait alors une véritable hérédité quantitative de l'autostérilité, soit en favorisant un ou deux loci aux dépens des autres qui n'interviendraient plus que secondairement pour faire varier le grainage des croisements compatibles. C'est ce dernier cas qui a été reconnu le plus généralement.

Dans la deuxième partie de son exposé, il étudie toutes les combinaisons possibles avec 1 locus et 2 allèles dans les hypothèses suivantes :

— contrôle gamétique de l'incompatibilité

— contrôle zygotique de :

dominance des allèles, indépendance des allèles, affaiblissement mutuel, production d'anticorps ou d'antigènes nouveaux chez les hétérozygotes.

Certains de ces schémas ne sont pas fonctionnels avec 2 allèles (c'est le cas notamment du type courant rencontré chez Nicotiana), d'autres laissent entrevoir une évolution rapide vers la stérilité mâle récessive, ou la séparation des sexes, soit le mâle, soit la femelle étant hétérogamiques.

Si on passe au problème de plus de 2 allèles, le nombre de combinaisons possibles augmente considérablement et l'auteur se contente d'étudier cinq cas particuliers présentant des caractères intéressants. Un effet essentiel de l'accroissement du nombre des allèles est d'augmenter l'intercompatibilité sans affecter beaucoup la probabilité des croisements consanguins qui est par contre très diminuée ainsi que l'intercompatibilité lorsque c'est le nombre des loci qui augmente.

Indépendamment de sa valeur comme essai de synthèse, cet article constitue un document intéressant pour l'étude de la génétique des popula-

tions en montrant toutes les variations possibles sur un même thème ainsi que les précautions à prendre dans l'établissement des équations avant de faire les calculs.

Une bibliographie assez importante permet de se reporter aux travaux essentiels sur l'incompatibilité définie comme une barrière physiologique et non pas seulement mécanique (autostérilité).

C. H.

ESSER (K.). — **Genomverdopplung und Pollenschlauchwachstum.** (Croissance des tubes polliniques et doublement du génome.) *Z. Indukt. Abst. Vererb.*, CXXXV, 1, 28-50, 1953.

La croissance et la fécondation de divers types de pollen ont été examinées sur des plantes diploïdes et tétraploïdes de *Lythrum salicaria* et de *Fagopyrum esculentum*. Ces plantes hétérostylées présentent des phénomènes de stérilité dûs vraisemblablement à une réaction d'immunité entre le tube pollinique et le tissu conducteur. Chez les homostylés tétraploïdes, l'autofertilité peut être plus ou moins importante suivant les combinaisons géniques du pollen.

Y. DEM.

6. Statistique

NELDER (J. A.). — **Statistical models in biometrical genetics.** (Schémas statistiques en Génétique quantitative.) *Heredity*, VII, 1, 111-120, 1953.

L'article commence par l'étude objective des difficultés de l'interprétation des données en Génétique quantitative. Les hypothèses utilisées sont rappelées et l'auteur discute leurs conséquences pour les statistiques du 1er et du 2e ordre.

La question de l'additivité des effets élémentaires des gènes dépend pour une bonne part de l'échelle de mesure mais il ne faut pas oublier que toute transformation pour être correcte doit maintenir l'absence d'interaction supposée au départ entre fluctuation et variation. Il est probable que les estimations de la part de la variation dans la variabilité totale ne sont pas les mêmes en différents lieux ce qui restreint la valeur de l'analyse.

Ensuite, il développe une nouvelle méthode d'estimation des composants de la variance et des erreurs résiduelles qu'il applique à des résultats antérieurs de MATHER.

Les chiffres obtenus sont nettement différents de ceux de MATHER ce qui met bien en lumière tout ce que ces méthodes ont encore d'arbitraire.

C. H.

7. Sélection

JOHNSON (I. J.). — **Effectiveness of Recurrent selection for general combining ability in sweetclover**, *Melilotus officinalis*. (Efficacité de la sélection récurrente pour la faculté de combinaison générale chez le Mélilot, *Melilotus officinalis*.) *Agron. J.*, XLIV, 9, 476-481, 1951.

L'auteur étudie la sélection pour la faculté de recombinaison sur la population *Madrid* de Mélilot. Ses travaux montrent l'inefficacité de la sélection d'après le phénotype des plantes mères et par contre la possibilité de sélec-

tionner pour la faculté de recombinaison générale par un changement rapide de la fréquence des gènes contrôlant cette faculté. Une variété synthétique issue d'un échantillonnage sélectionné a un rendement supérieur à la population. De plus, l'aptitude générale à la combinaison augmente très nettement après un cycle de sélection récurrente et la descendance de croisements à voies multiples entre les plantes ayant subi cette sélection récurrente est significativement supérieure à la population *Madrid*. Cette méthode de sélection est donc utilisable avec succès pour les plantes fourragères.

Y. Dem.

CULTURES SPÉCIALES

1. Céréales

Bjaanes (M.). — **Trym 02400, en my varkveitesort for Oplandenes lavlandsdistrikter.** (Trym 02400, nouvelle variété de blé de printemps pour les basses terres du Opland.) Meld. Stat. Forsok. Morst, 1953.

Cette variété, descendant du croisement *Huron* × *Fylgia*, lignée 02400, est recommandée pour sa productivité, à la suite des essais réalisés par la Station Expérimentale de *Moystad* (Suède).

R. Ec.

Elliot (C. S.), Greenwood (H. N.) et Reiss (B. C.). — **Spring sowing of winter cereals.** (Semis de blés d'hiver au printemps.) *Agriculture* (G. B.), LX, 8, 378-383, 1953.

Après avoir illustré les fluctuations du caractère « alternativité » en fonction du lieu et de l'année, les auteurs établissent le classement suivant, qui va du type le plus « hiver », au plus « printemps » : *King II, Pilot, Scandia, Rivet, Wilma, Victor, Juliana, Staring, Little Joss, Steadfast, Jubilé, Squarehead's, Marster 13-4, Squarehead II, Holdfast, Redman, Warden, Yeoman, Cappelle, N. Desprez, V. 27, H. 46, Bersée, Atle, Meteor, Fylgia, Barbu d'Avril.*

R. Ec.

Finkner (V. C.). — **Inheritance of susceptibility to *Helminthosporium victoriae* in crosses involving Victoria and other crown rust resistant oat varieties.** (Hérédité de la sensibilité à *Helminthosporium victoriae* dans des croisements entre Victoria et d'autres variétés d'avoines résistantes à la rouille couronnée.) *Agron. J.*, XLV, 9, 404-405, 1953.

Selon Murphy et Meehan, le type *Victoria* de résistance à la rouille couronnée conditionne, soit par linkage, soit par pléiotropie, la sensibilité à l'Helminthosporiose. Par ailleurs, Litzenberger a montré que le type *Bond* de résistance à la rouille couronnée est épistatique sur le type *Victoriae* de résistance à certaines races.

Les auteurs ont donc cherché dans les croisements qu'ils exposent, soit à rompre le linkage résistance à la rouille couronnée, sensibilité à l'Helminthosporiose, soit à trouver un gène à effet épistatique sur le facteur de sensibilité apporté par *Victoria*.

Dans aucun croisement le linkage n'a pu être rompu et aucun facteur non allèle de celui de *Victoria* n'a eu d'effet sur la sensibilité à l'Helminthosporiose.

Un allèle du gène de résistance apporté par *Victoria* a été trouvé dans l'hybride *Anthony-Bond* × *Boone*, mais il lui était récessif aussi bien pour la réaction à la rouille couronnée que pour la réaction à l'Helminthosporiose.

C. Mo.

Poole (D. D.) et Murphy (H. C.). — **Field reaction of oat varieties to septoria black stem.** (Comportement au champ des variétés d'avoine vis-à-vis du *Septoria* ou brunissure de la tige.) *Agron. J.*, XLV, 8, 369-370.

Le Septoria — *Leptosphaeria avenaria Weber* — a fait des progrès ces dernières années en Iowa. La maladie se manifeste à la fois sur les feuilles par des taches, sur les tiges par une brunissure au niveau du dernier entre-nœud, sur le grain par un noircissement des enveloppes et une flétrissure de l'amande.

La réaction de diverses variétés a été testée dans plusieurs localités. Des différences de sensibilité ont été notées, mais aucune variété ne s'est révélée immune. La corrélation entre le développement des phases foliaires et caulinaire a été généralement positive. Il ne semble pas, par ailleurs, que l'acuité nouvelle de la maladie soit en relation avec la mise en culture de variétés nouvelles : les anciennes variétés sont aussi sensibles.

C. Mo.

2. Plantes sarclées

De Jonge (C.) et De Lint (M. M.). — **Rooitijd en Opbrengst bij voederbieten.** (Période d'arrachage et rendement chez les betteraves fourragères.) *Versl. Centr. Inst. Landbouwk. Onderz.*, 79-84, 1952.

Van Ginneken a proposé une formule qui donne a chaque instant la quantité de sucre d'une parcelle de betteraves sucrières :

$$\frac{dy}{dt} = ky\ (\mathrm{Y} - y)$$

ou sa forme intégrée

$$\mathrm{Log}\ \frac{y}{\mathrm{Y} - y} = \mathrm{Y}kt + \mathrm{C}$$

où dy représente l'augmentation de la quantité de sucre pendant le temps dt.

$$\mathrm{K} = kp \qquad \text{avec} \qquad p = \frac{(\text{Teneur en sucre})^2}{\text{Poids de racines}}$$

et k = 10. 10^{-4} pour les betteraves sucrières.
Y = quantité de sucre maxima.

Le temps est compté en jours : l'origine est au 21 mars.

Cette formule s'applique également aux betteraves fourragères, avec les conditions suivantes :

1° k varie avec la teneur en Matière sèche :
= 5. 10^{-4} pour les betteraves à haute teneur (17-23 %)
= 10. 10^{-4} pour celles du type intermédiaire (14-17 %)
= 25. 10^{-4} pour les betteraves à faible teneur (10-14 %)

2° p a la signification : $\dfrac{(\text{Mat. sèche})^2}{\text{Poids de racines}}$

3° les échantillons doivent comprendre un minimum de 200 racines (contre 100 pour les sucrières).

Cette formule, applicable seulement pour des périodes d'arrachage postérieures au 15 août, permet donc de convertir les productions de matière sèche d'essais arrachés à diverses dates en une production de matière sèche récoltée à une date standard et par là de comparer des chiffres d'origines différentes.

J. Gi.

Fiddian (W. E. H.). — **Strains of fodder beet.** (Variétés de betteraves fourragères.) *J. Nation. Inst. Agric. Bot.*, VI, 2, 299-308, 1952.

De l'étude d'une collection de 60 variétés de betteraves fourragères danoises et hollandaises, et d'un essai comparatif portant sur 14 d'entre elles en 1952, l'auteur dégage les principaux caractères des variétés les plus intéressantes pour son pays.

Ces betteraves présentent sur les variétés anglaises les avantages suivants :

— plus grande production de matière sèche à l'hectare pour un tonnage de racines moins important à manipuler,
— plus grande production de feuilles et collets de bonne valeur alimentaire,
— plus grande résistance aux froids d'automne,
— possibilité d'utilisation immédiate, après arrachage ou en pâture,
— meilleure conservation en silo,
— aliment moins aqueux enfin, ce qui en permet l'utilisation dans l'alimentation des porcs.

En revanche, l'arrachage n'est souvent pas possible à la main : les racines sont pivotantes et sillonnées. Leur utilisation mal conduite peut être dangereuse pour les animaux.

La classification de ces variétés est la suivante :

I. Groupe à haute teneur en matière sèche (18 à 22 %)

racines 1/4 à 1/2 hors terre.

variétés danoises : à 20-21 % de M. S. *Hinderupgaard* : à petit collet
Hunsballe
Pajbjerg à collet développé
à 18-19 % de M. S. *Pajbjerg Rex*, moins enterrée

variétés hollandaises : *Friso*
Voedersukkarbiet C. B.

toutes deux longues, comme la plupart des variétés hollandaises, et plus difficiles à arracher que les danoises.

II. *Groupe intermédiaire* (15 à 18 % de M. S.)

Le rendement en matière sèche à l'hectare est cependant aussi élevé que pour le groupe I, en raison du volume plus important des racines qui sont de 1/3 à 1/2 hors terre, donc arrachables à la main.

variétés danoises : *Rød Øtofte*, la plus cultivée au Danemark, *Gul Øtofte*, *Gul Daeno*, *Hvid Tystofte*, *Hvid Strynø*.

variétés hollandaises : *Groeningia*, très cultivée en Hollande, *Groencraag C. B.*, *Hollandia* et *Eureka*.

variétés suédoises : *Regia* et *Triumf*.

III. Groupe à faible teneur en matière sèche.

La production de Matière sèche à l'hectare est ici inférieure à celle obtenue avec les groupes I et II.

variétés danoises : *Barres Øtofte*, *Barres Sbrynø*.

J. Gi.

Willey (L. A.). — **Mangel and swede comparative trials.** (Essais comparatifs de rendement de betteraves fourragères et de rutabagas.) *J. Nat. Inst. Agric. Bot.*, VI, 3, 468-474, 1953.

Deux séries d'essais comparatifs (1945-1946), effectués respectivement dans 6 et 8 centres en Angleterre, comprenaient 3 variétés de betteraves (*Kirsches Ideal* à 12,9 % de M. S., *New Century* 10,5 % et *White Chief* 13,6 %) et 3 variétés de rutabagas (*Purple King* 10,3 %, *White Flesh* 10,0 % et *Wilhensburger* 10,3 %).

La production comparée de matière sèche à l'hectare fournie par les betteraves (base = 100) a montré une nette supériorité sur celle des rutabagas (= 56), dont la culture n'est intéressante que dans quelques cas particuliers.

J. Gi.

Josefsson (A.). — **Tetraploida rovor, förädling och försök vid Sveriges Utsädesförening.** (Navets tétraploïdes, sélection et essais de la Coopérative Suédoise de Semences.) *Sver. Utsadesför. Tidskr.*, LXIII, 3, 165-180, 1953.

Les variétés de navets tétraploïdes *Bortfelder*, *Yellow Tankard* et *Ostersundom* se sont montrées respectivement supérieures de 9 %, 23 % et 2% à leur témoin diploïde, en ce qui concerne la production de matière sèche à l'hectare.

Une sélection effectuée dans la descendance d'un croisement entre des familles tétraploïdes de ces trois variétés a été commercialisée en 1953 sous le nom de *Svalöfs tetraploida Siriusrova* : son rendement en matière sèche est supérieur de 29 % à celui de *Bortfelder diploïde* et de 15 % à celui de *Ostersundom diploïde*.

Chez les tétraploïdes, la teneur en matière sèche est légèrement plus basse (moins de protéines, moins de cendres), la production de feuilles et collets quelque peu inférieure. La sensibilité aux maladies bactériennes (*Pseudomonas*) est plus grande, tandis que l'attaque du *Plasmodiophora brassicae* a été plus légère.

J. Gi.

4. Légumineuses fourragères

Akerberg (E.). — **Nya erfarenheter om lucernens utnyttjande.** (Nouvelles expériences sur l'utilisation de la luzerne.) *Kungl. Lant. Tidsk.*, XCI, 4, 213-225, 1952.

L'auteur précise d'abord quelques points de la culture de la luzerne : durée des luzernières, nombre de coupes, importance du stade de la dernière coupe sur le peuplement de l'année suivante.

La sélection et la production de graines dans les pays scandinaves posent des problèmes. On envisage de faire multiplier en Israël les variétés sélectionnées en Suède.

Y. Dem.

Davies (R. O.), Morgan (T. B.) et Davies (W. E.). — **The yields and composition of lucerne, grass and clover under different systems of management.** (Rendements et composition de la luzerne, de graminées et du trèfle soumis à différents traitements. *J. Brit. Grassl. Soc.*, VIII, 2, 149-168, 1953.

Des parcelles de luzerne, de trèfles, de graminées et de mélanges entre

ces espèces ont été exploitées pendant deux années en différents traitements. Les meilleurs rendements en vert et en sec ont été obtenus avec la luzerne seule et le mélange luzerne-raygrass. La production de protéine est maximum chez la luzerne avec un rythme d'exploitation comprenant 3 coupes par an ; par contre en faisant 4 coupes on obtient, grâce à la première coupe très précoce un rendement maximum en carotène. L'effet d'un système de coupes fréquentes la première année s'est fait ressentir fortement sur les rendements et le peuplement de l'année suivante.

Les meilleurs résultats ont été obtenus pour la luzerne seule avec 3 coupes par an, et pour les mélanges luzerne graminées avec 2 coupes.

Y. Dem.

Hobbs (J. A.). — **Replenishment of soil moisture supply following the growth of Alfalfa.** (Restauration de la réserve d'eau du sol après une culture de luzerne.) *Agron. J.*, XLV, 10, 490-493, 1953.

Des mesures faites dans le Nebraska ont montré qu'après quatre années de culture de luzerne la réserve d'eau dans le sol est très faible et voisine du point de flétrissement jusqu'à une profondeur de plus de cinq mètres. On peut restaurer cette réserve d'eau par des cultures de céréales. Lorsque les précipitations sont bonnes, aucune façon culturale spéciale n'est nécessaire. Les parcelles ayant reçu des engrais ont eu un rendement en fourrage accru mais la réserve d'eau du sol y était d'autant plus faible. Y. Dem.

Fry (P. R.). — **Occurence of lucerne-mosaïc virus in New-Zealand.** (Présence en Nouvelle-Zélande du virus de la mosaïque de la luzerne.) *N. Z. J. Sci. Technol.*, XXXIV, 4, 320-326, 1952.

Le virus de la mosaïque étudié en Nouvelle-Zélande donne sur la luzerne les symptômes suivants : raccourcissement des entrenœuds et nanisme, taches jaunes sur les feuilles. Il peut se manifester sur le tabac, le haricot, le pois, la féverole, le concombre et différents trèfles. Sa transmission peut se faire par frottis d'extraits de feuilles malades ou par le puceron *Macrosiphum pisi*. L'extension dans les cultures de Nouvelle-Zélande n'est pas encore précisée. Les méthodes de sélection contre ce virus seront vraisemblablement difficiles car le virus attaque un grand nombre de lignées. Y. Dem.

Lesins (K.). — **Some data on the cytogenetics of Alfalfa.** (Quelques données sur la cytogénétique de la luzerne.) *J. Hered.*, XLIII, 6, 287-292, 1952.

Les études de croisements interspécifiques entre diverses espèces de *Medicago*, ont permis de mettre en évidence des barrières de fertilité dues aux divers états de polyploïdie. Les *Medicago* diploïdes ($2n = 16$) sont interfertiles à différents degrés. Une plante haploïde issue de la variété *Grimm* a été croisée avec *Medicago falcata*. Les descendants possèdent quatre génomes très voisins. Y. Dem.

Mc Kenzie (R. E.), Heinrichs (D. H.) et Anderson (L. J.). — **Hay and crude protein yields, winter hardiness and wilt resistance of alfalfa varieties.** (Rendements en foin et protéine brute, résistance au froid et à la brûlure bactérienne, de variétés de luzerne.) *Sci. Agric.*, XXXII, 12, 626-633, 1952.

Deux essais de variétés de luzerne réalisés au Canada, l'un en région

sèche, l'autre en terrain irrigué ont prouvé la supériorité de la variété *Ladak* et la bonne valeur de *Grimm*. Ils ont aussi mis en évidence la résistance à la brûlure de *Ranger* et *Buffalo* et la haute teneur en protéine de *Rhizoma* cultivée dans des régions irriguées.

Y. Dem.

Pedersen (M. W.). — **Environmental factors affecting nectar secretion and seed production in alfalfa.** (Facteurs du milieu affectant la sécrétion de nectar et le grainage de la luzerne.) *Agron., J.*, XLV, 8, 359-362, 1953.

Des expériences ayant montré que les fleurs des luzernes élevées en serre étaient déclenchées par les abeilles avec 80 % de succès, l'auteur a entrepris dans les régions sèches de l'Utah l'étude des relations entre le grainage et la quantité et teneur en sucre du nectar. La teneur en sucre du nectar est conditionnée par plusieurs facteurs en particulier par l'humidité atmosphérique. L'expérience a montré qu'il n'y avait pas de corrélation nette entre la concentration en sucre et le grainage. La quantité de nectar sécrétée, liée surtout à la clarté de l'atmosphère et à la température, semble par contre être liée au grainage.

Y. Dem.

Wang (L. C.), Attae (O. J.) et Truog (E.). — **Effect of lime and fertility levels on the chemical composition and winter survival of alfalfa.** (Effet du chaulage et des niveaux de fertilité sur la composition chimique et la résistance à l'hiver de la luzerne.) *Agron. J.*, XLV, 8, 381-384, 1953.

Les conclusions tirées de l'étude de la composition chimique et de la résistance au froid de parcelles de luzerne ayant reçu de la chaux, de la potasse ou de l'acide phosphorique sont les suivantes : l'apport d'engrais potassiques avant l'arrêt de végétation augmente le nombre de plantes qui subsistent après l'hiver. Sous l'action de la chaux, de la potasse et de l'acide phosphorique, la teneur en sucres non réducteurs augmente de 25 % à 90 % et la teneur en protéines solubles passe de 0,52 % à 1,39 %. Le suc cellulaire a un pH plus faible lorsqu'on apporte de la potasse et de la chaux, ceci est en rapport avec la résistance au froid. Les engrais entraînent une augmentation des substances hydrophiles, ce qui donne aux tissus un plus grand pouvoir de rétention d'eau lié à une meilleure résistance au froid.

Y. Dem.

Nordenskiold (H.). — **An investigation into two tetraploid strains of vetches (*Vicia sativa*) and their hybrid products.** (Recherche sur deux vesces tétraploïdes (*V. sativa*) et leur hybride.) *Kungl. Lantbruk. Ann.*, XIX, 203-225, 1953.

Les vesces tétraploïdes ont été obtenues par traitement de jeunes plantules à la colchicine (à laquelle elles se sont montrées inégalement sensibles). Les vesces tétraploïdes ont une croissance plus forte, des fleurs plus grandes, des graines plus grosses, une fertilité plus faible que les diploïdes, la forme de l'apex des folioles est différente. Les intempéries affectent davantage les tétraploïdes que les diploïdes. La floraison des tétraploïdes a lieu plus tôt

que celle des diploïdes, mais par contre elles mûrissent plus tard et la maturité est irrégulière. Les talles sont plus nombreuses chez les tétraploïdes. Le nombre de graines par gousse est très réduit chez les tétraploïdes (où il y a au contraire plus de gousses par plantes), bien que le nombre d'ovules soit le même que chez les diploïdes. La fertilité ne s'est pas améliorée au cours des générations. Le nombre de chromosomes est toujours $4n = 24$, pas de plantes à nombre de chromosomes aberrant.

Les vesces diploïdes étaient d'origines géographiques différentes : l'une à graines brun gris foncé provenant d'Allemagne, l'autre, à graines blanches, de Suède, la première était plus tardive et à croissance plus forte que la seconde.

On a croisé les tétraploïdes en utilisant la vesce à graine blanche comme parent femelle. En F_1, les graines sont gris clair, la fertilité légèrement supérieure à celle des parents tétraploïdes (différence non significative). En F_2 la fertilité est supérieure à celle des parents tétraploïdes mais non à celle des diploïdes. La F_3 est issue des plantes F_2 à meilleur rendement et les meilleures plantes F_3 ont été sélectionnées. Le nombre de graines par gousse est toujours plus faible que chez les diploïdes.

En résumé le rendement moyen se situe entre celui des parents tétraploïdes et celui des diploïdes de départ.

D. C.

Smith (D.). — **The survival of winter-hardened legumes encased in Ice.** (Survie sous une couche de glace, de légumineuses endurcies au froid.) *Agron. J.*, XLIV, 9, 469-473, 1951.

Dans les régions nordiques des Etats-Unis, les plantes passent l'hiver sous une couche de glace qui couvre le sol. L'auteur a comparé la résistancer dans ces conditions, du mélilot, du trèfle violet et de diverses luzernes par deux méthodes : au laboratoire, en isolant les plantes sous une couche de glace à —2,5 degrés centigrade et au champ dans des parcelles submergées et gelées pendant des temps plus ou moins longs. Les résultats de ces deux méthodes sont concordants et montrent que les facteurs de survie les plus importants sont : un faible métabolisme hivernal, une repousse étalée, et un collet situé sous la surface du sol.

Y. Dem.

6. Graminées fourragères

Crowder (L. V.). — **Interspecific and intergeneric hybrids of** *Festuca* and *Lolium*. (Hybrides interspécifiques et intergénériques de *Festuca* et de *Lolium*.) *J. Hered.*, XLIV, 5, 195-203, 1953.

L'auteur croise, suivant toutes les combinaisons possibles *Festuca arundinacea*, *Festuca pratensis*, *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum* et analyse globalement les résultats. L'étude de caractéristiques morphologiques est esquissée chez les hybrides. L'analyse cytologique ne concerne que les hybrides F_1 issus de *F. arundinacea* et les résultats obtenus sont en accord avec ceux déjà signalés dans la littérature (Peto 1933, Nilsson 1940). On peut noter chez ces hybrides des cas d'endomitose.

S. E.

Evers (A.) et Sonneveld (A.). — **Vroegen en late stikstofbemesting bij de zaadteelt van Engels raaigrass.** (Les effets de l'azote en apports précoces ou tardifs sur la production de semences de ray-grass vivace.) *Versl. Centr. Inst. Landbouw. Onderzoek*, 53-60, 1952.

Des essais ayant pour but défini la rentabilité d'application d'engrais azotés suivant différentes dates et méthodes sur des cultures pour semences de ray-grass commercial ou sélectionné (pâture et fauche) ont montré :

— que l'on a intérêt à apporter l'azote en deux fois : tôt au printemps puis avant l'été : à raison de 90 kg puis 40 kg à l'hectare,

— que les dates d'application varient avec les aptitudes physiologiques des variétés et provoquent des différences appréciables sur le poids de 1000 semences.

L. Fx.

Genfeld (L.). — **Beitrag zur Kenntnis der Kleegraswechselwirtschaft im Kreise Monschau.** (Contribution à la connaissance des cultures assolées de mélanges graminées-légumineuses, dans la région de Monschau.) *Z. Acker Pflanzenb.*, XCVI, 3, 367-394, 1953.

L'auteur étudie les façons culturales, la nature des mélanges, l'évolution du rendement de la composition botanique du foin récolté au cours des années d'existence des cultures couramment entreprises dans les environs d'Aix-la-Chapelle. Il examine également l'évolution de la structure physique et de la composition chimique du sol sous ces diverses cultures. Dans tous les cas, il compare les résultats à ceux qu'on obtient avec une prairie permanente.

Il conclut :

— les prairies temporaires doivent avoir une durée réduite ;

— elles doivent être peuplées de mélanges d'espèces appropriées, la proportion de trèfle violet doit notamment y être généralement réduite, sauf lorsque la graminée qu'on lui associe est à forte capacité d'occupation des vides ;

— on doit appliquer des fumures correctes ;

— moyennant ces modifications, les écueils couramment cités de l'utilisation de prairies temporaires peuvent être évités et notamment la manifestation des « années de misère ».

J. Re.

Grafenshafer (E.). — **Beitrag zur Kenntnis des Anbaues von Welschem Weidelgras am Niederrhein.** (Contribution à la connaissance de la culture du Ray-grass d'Italie dans la basse vallée du Rhin.) *Z. Acker und Pflanzenb.*, XCVI, 4, 477-492, 1953.

Plusieurs essais concernant le mode de culture du Ray-grass d'Italie ont été effectués dans la région de la basse vallée du Rhin, de 1949 à 1951.

1° La production de fourrage en première coupe, en culture pure, est fortement influencée par l'apport d'engrais azotés. On peut atteindre des rendements de 11,35 t/ha de foin, contenant 5,59 quintaux de protéines digestibles, avec des fumures de 120 unités d'azote par hectare. Généralement, la fourniture de telles fumures accroît la teneur en azote du fourrage.

2° La réaction des mélanges Ray-grass d'Italie, vesce d'hiver, ou Ray-grass d'Italie-trèfle incarnat-vesce d'hiver, aux mêmes fumures azotées est moins accentuée. La fourniture d'azote ne modifie pas sensiblement la

teneur en protéines du fourrage récolté, mais tend en général à l'abaisser, cet abaissement étant surtout dû à la diminution de fréquence des Légumineuses à l'intérieur du mélange.

3° L'apport de doses d'azote inférieures à 80 kg/ha augmente les rendements en graines obtenus sur la 2e coupe, dans la mesure où il ne provoque pas de verse. Le poids moyen de 1000 graines augmente proportionnellement à la fourniture d'azote, dans tous les cas, mais il est plus élevé sur les meilleurs sols, et lorsque la première coupe a été effectuée tôt.

4° La paille récupérée constitue un fourrage grossier, mais ayant d'autant plus de valeur que l'apport d'azote a été important.

5° Le Ray-grass d'Italie constitue un très bon précédent, surtout pour des plantes sarclées ou des Légumineuses. Les risques de Piétin dans une céréale d'automne qui pourrait lui succéder sont surtout importants en cas d'hiver doux. La quantité de racines restant dans les 20 premiers centimètres du sol varie de 4,26 t/ha pour une fumure azotée de 50 unités, à 4,48 t/ha pour 120 unités.

6° L'arrosage de la culture, en 2e pousse, permet d'accroître sensiblement les rendements en matières sèches et en protéines, bien que les teneurs soient affaiblies.

J. Re.

Keller (W.). — **Water requirement of selected genotypes of orchard grass,** *Dactylis glomerata L.* (Besoins en eau de génotypes sélectionnés de Dactyle, *Dactylis glomerata L.*) *Agron. J.*, XLV, 12, 622-625, 1953.

Un certain nombre de clones de Dactyle sélectionnés ont été cultivés en boites de fer, sur gravier, et alimentés en eau de manière contrôlée. Les besoins en eau de chaque clone ont été évalués par le rapport de la quantité d'eau utilisée par gramme de matière sèche au rendement en matière sèche d'un individu, en 66 jours. Les valeurs ainsi obtenues varient de 670 à 1082. Les plantes à fort rendement ont de faibles besoins en eau et vice-versa.

J. Re.

Kmoch (H. G.). — **Uber den Umfang und einige Gesetzmässigkeiten der Würzelmassenbildung unter Grasnarben.** (A propos de l'importance de la formation de racines sous les gazons et de quelques lois qui la régissent.) *Z. Acker und Pflanzenb.*, XCV, 4, 363-380, 1952.

L'examen des systèmes radiculaires de différents gazons, prélevés dans des peuplements végétaux naturels, a permis de tirer les conclusions générales suivantes :

Même dans des conditions défavorables à la croissance des espèces constituantes, il y a formation, sous les gazons d'une couche de racines très dense, de masse élevée.

Ces racines sont en grande partie situées dans la couche superficielle du sol. On en trouve rarement plus de 10 à 30 % à une profondeur supérieure à 10 cm.

La quantité et la répartition des racines dans un sol varient en fonction des espèces dominantes du gazon qui le recouvre.

Dans des sols secs, ou très humides, très acides, ou légers, un gazon donné forme toujours une plus grande quantité de racines qu'en conditions favorables.

Plus l exploitation d'un gazon donné est intensive, plus la quantité de racines qu'il fournit est faible, et plus la répartition de ces racines est superficielle.

J. Re.

Pigden (W. J.). — **The relation of lignin, cellulose, protein, starch and ether extract to the « curing » of range grasses.** (Relations entre les teneurs en lignine, cellulose, protéines, glucides et lipides et le séchage de graminées naturelles.) *Canad. J. Agric. Sci.*, XXXIII, 4, 364-378, 1953.

Dans les pâturages du Sud-Ouest canadien, certaines graminées conservent une bonne valeur nutritive en été et en automne après avoir séché sur pied durant les grandes sécheresses estivales. Des analyses chimiques ont porté sur plusieurs espèces : *Stipa comata, Festuca scabrella, Agropyrum desertorum, Bromus inermis, Calamosilfa longifolia* et *Oryzopsis hymenoides*. Des observations au microscope de coupes transversales de feuilles ont montré qu'il existait une relation très nette entre la lignification des tissus sous-épidermiques et la faculté de conserver une bonne valeur nutritive après dessèchement naturel sur pied. Par contre, la lignification des faisceaux vasculaires, la teneur en glucides et en protéines n'ont aucune relation.

M. Ker.

9. Plantes horticoles

Howard (H. W.). — **Autotetraploid green watercress.** (Cresson de fontaine vert autotétraploïde.) *J. Pomol. Hortic. Sci.*, XXVII, 4, 273-277, 1952.

Un cresson de fontaine vert tétraploïde à 64 chromosomes a été obtenu par traitement à la colchicine d'une souche commerciale possédant 32 chromosomes. Ce doublement du nombre de chromosomes produit une plante à feuilles plus grandes et plus épaisses que celles de la souche diploïde. Il semble être moins sujet à la floraison, ce qui pourrait permettre une période de récolte plus étendue. Une détermination unique montre que la quantité d'acide ascorbique contenue dans la souche tétraploïde est plus élevée que dans celle diploïde. On ne sait pas encore si ces deux souches accuseront une différence de rendement, ni si la tétraploïde est résistante au *Spongospora*. D'autres possibilités sont étudiées, en vue de la production de cresson de fontaine tétraploïde.

J. Br.

Howard (H. W.) et Lyon (A. G.). — **The identification and distribution of the British watercress species.** (L'identification et la distribution des espèces britanniques de cresson de fontaine.) *Watsonia*, I, 228-233, 1950.

Les deux espèces, *Nasturtium officinale* R. Br. et *Nasturtium Boenn ex* Rehb (*Nuniseriatum* Howard et Manton) et leur hybride sont décrites dans cet article. Leur distribution en Grande-Bretagne a été déterminée par l'examen du contenu de neuf herbiers.

J. Br.

Fleming (H. K.). — **Strawberry variety in Erie county, Pennsylvania.** (Essais de variétés de fraisiers dans la province d'Erié, Pennsylvanie.) *The Pennsylvania State College, School of Agriculture, Agricultural Experiment Station, State College Pennsylvania Progress Report*, nº 95, 4 p., 1953.

Ces essais ont porté sur 10 variétés : *Variety x, Kardinal King, Robinson,*

Temple, Catskill, Premier, Culver, Fairland, Redirop et *Sparkle*. Les études entreprises visaient : 1° le nombre de stolons enracinés à la date du 6/9/51 ; 2° le rendement global de chaque variété ; 3° le rendement commercialisable ; 4° la taille moyenne des fruits exprimée en nombre de baies par livre.

Il ressort de ces travaux que les variétés *Robinson, Kardinal King,* et *Variety x* produisent plus de stolons que les autres variétés testées, donnent une récolte plus abondante et des fruits plus gros. Toutes trois ont des fruits légèrement colorés à extrémité et centre souvent blancs. Saveur agréable, mais qualité inférieure à certaines variétés moins productives, pour la consommation de bouche et la congélation. *Redirop* à fruit légèrement rouge sombre vient ensuite. *Temple,* au fruit excellent pour la consommation de bouche et la congélation, et assez résistante au transport, se classe assez mal dans ces essais alors qu'elle venait en seconde position en 1950 pour la taille des fruits. Il semble qu'elle ait particulièrement souffert en 1952 de conditions atmosphériques défavorables. *Fairland* a donné un rendement comparable à *Temple* mais ses fruits sont de grosseur uniforme, moyens à petits comme en 1950. *Catskill* montre un rendement supérieur et des fruits plus gros qu'en 1950, mais ce fait est dû à l'emploi de plants sélectionnés. *Premier,* malgré la culture de plants sélectionnés a donné des résultats décevants. *Culver* produit peu de stolons et une faible récolte ; ses fruits sont plus petits que ceux des autres variétés étudiées. Cependant son fruit de haute qualité est excellent pour la congélation.

J. Bro.

Wilson (D. J.) et Roger (W. S.). — **Trials of burning and moving strawberry plants after cropping.** (Essais de brûlage et de fauche de plants de fraisiers après cueillette.) *J. Hort. Sci.*, XXIX, 1, 21-26, 1954.

Trois essais portant sur les variétés *Royal Sovereign* et *Huxley* sont décrits, dans lesquels les plants de fraisiers furent brûlés ou coupés après la cueillette. La récolte suivant le brûlage fut plus forte pour les plantes ayant subi l'action du feu que pour les plantes des parcelles témoins. La récolte sur les parcelles coupées fut toujours plus importante que sur les témoins également. Il semble que les avantages obtenus par ces traitements soient grandement liés à l'enlèvement des feuilles elles-mêmes. Les températures au cœur des plants de fraisier furent mesurées à l'aide d'un « thermocouple » durant les opérations de brûlage et ont souvent dépassé 60° C pendant de courts instants sans occasionner de dégâts.

J. Br.

II. Divers

Berg (R. T.) et Mc Elroy (L. W.). — **Effect of 2-4D on the nitrate content of forage crops and weeds.** (Action du 2-4-D sur la teneur en nitrates de plantes fourragères et de mauvaises herbes.) *Canad. J. Agric. Sci.*, XXXIII, 4, 354-358, 1953.

La limite inférieure de toxicité pour les animaux est aux environs de 1,5 % d'équivalent NO_3K dans la matière sèche. Des observations antérieures avaient révélé une teneur en nitrates 20 fois supérieure à la normale dans des feuilles de betterave sucrière accidentellement traitées au 2-4 D. Les recherches systématiques n'ont montré aucune action sur l'avoine, le brome, la fléole,

la luzerne, le trèfle violet, le mélilot et le trèfle blanc. Par contre, pour certaines plantes, notamment *Axyris amarantoides* et *Salsola Kâli*, les échantillons des parcelles traitées présentaient une teneur significativement supérieure aux témoins.

C. H.

MYERS (H. E.). — **Necessity for expanding fundamental scientific investigations in Agriculture.** (Nécessité d'amplifier la recherche pure en Agriculture.) *Agron. J.*, XLV, 6, 225-226, 1953.

Les recherches appliquées à l'agriculture sont bien souvent précédées de travaux dont les buts sont uniquement théoriques, tel est le cas de la synthèse des engrais azotés dont la rentabilité est considérable. Inversement, les programmes sont orientés le plus souvent vers des nécessités d'applications : ainsi les généticiens doivent-ils perfectionner leurs connaissances sur le comportement génétique de la plante en fonction des objectifs poursuivis en matière de sélection. En fait, leurs méthodes doivent tenir compte du milieu biologique dans lequel vit la plante et des multiples interactions auxquelles elle est soumise ; la mise au point de ces méthodes nécessite une part importante de recherche pure.

Le véritable chercheur doit allier un esprit original, source d'idées neuves au sens de la réalisation systématiquement organisée. Les applications immédiates, au goût du public, tendent à faire oublier que la rentabilité des recherches agronomiques les plus fructueuses s'établit à lointaine échéance.

B. S.

Le Directeur-Gérant : B. LACLAVIÈRE.

Imprimerie BUSSIÈRE à Saint-Amand (Cher), France. — 12-7-1954.

Dépôt légal : 3e trimestre 1954 *N° d'impression : 256*

PROBLÈMES QUE POSE L'AMÉLIORATION DE LA BETTERAVE SUCRIÈRE EN FRANCE

PAR

J. MARGARA

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes (1)

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

Variétés et types de racines.

Nouveaux objectifs de sélection.

I. — Sélection en vue de la résistance au Cercospora. Objectifs de sélection pour la France.
II. — Le problème de la résistance à la jaunisse chez la betterave.
III. — L'obtention de variétés génétiquement monogermes.

Méthodes d'amélioration.

I. — Méthodes classiques d'amélioration.
A. Sélection massale et sélection généalogique maternelle.
B. Obtention de F_1 ou de variétés synthétiques à partir de lignées.
II. — La sélection de variétés polyploïdes.
III. — Les croisements interspécifiques.

Problèmes annexes.

I. — L'autostérilité et l'autofertilité.
II. — La stérilité mâle.
III. — Déterminisme de la montée à graines et sélection.

Conclusions.

Bibliographie.

INTRODUCTION

Pendant de nombreuses années les principaux objectifs de l'amélioration de la betterave sucrière furent l'augmentation ou le maintien de la

(1) Les travaux de recherches dont il est fait état dans ce mémoire ont bénéficié des crédits du Fonds national de Progrès agricole, en accord avec l'Institut technique de la Betterave industrielle et le Groupement national interprofessionnel des Semences.

Les essais dont les résultats sont rapportés ici ont été réalisés avec la collaboration de MM. J. CAGNIART et H. TOUVIN.

richesse en sucre ou du poids des racines, et l'amélioration de la forme des racines ou des caractéristiques technologiques (pureté, teneur en azote nuisible). La méthode généralement employée était la sélection massale, précédée parfois de sélection généalogique pendant quelques générations.

Cependant, depuis quelque temps déjà, des tendances nouvelles sont apparues à l'étranger, aussi bien dans l'orientation donnée à la sélection de la betterave que dans les méthodes utilisées.

Ces tendances nouvelles s'expliquent par plusieurs raisons :

Il est généralement admis que la richesse en sucre s'est maintenue à un palier depuis une quarantaine d'années environ. D'après les chiffres cités par J. L. de VILMORIN (31) pour la période allant de 1910 à 1926, la richesse saccharine oscille de façon irrégulière de 18,47 p. 100 à 20,49 p. 100. Indiquons également les moyennes données par le laboratoire du Syndicat National des Fabricants de sucre de France pour des arrachages de fin septembre.

	Poids moyen d'une racine décolletée (en g)	Richesse (en %)	Poids de sucre par racine (en g)
	—	—	—
Moyenne des 10 années : 1904-13	468	16,00	74,70
— — 1920-29	500	16,95	85,30
— — 1930-39	520	16,59	86,39
— 9 années : 1941-49	528	16,83	89,13
— de l'année 1950	717,8	16,24	116,57
— — 1951	550,8	15,70	86,48
— — 1952	431,0	17,05	73,49

D'autre part, depuis quelques années, les dégâts manifestement occasionnés par les maladies, notamment par le Cercospora et la jaunisse, ont été considérables, soit que ces maladies se soient réellement étendues, soit plutôt que leurs symptômes (en particulier dans le cas de la jaunisse) aient été attribués pendant longtemps à d'autres causes.

L'accroissement de la richesse et des rendements dans de bonnes conditions correspondait à un premier objectif de sélection, toujours valable. La régularisation de la production d'une année à l'autre, — par l'obtention de variétés résistantes aux maladies, par exemple —, constituerait une seconde étape dans l'amélioration de la betterave sucrière.

A mesure que se modifient les techniques culturales, apparaissent des objectifs de sélection nouveaux.

Les essais d'utilisation de glomérules segmentés ont posé le problème des semences génétiquement monogermes. La généralisation des semis précoces de mars entraîne la nécessité d'employer des variétés encore plus « résistantes à la montée à graines ». La mécanisation de l'arrachage rendrait souhaitable l'obtention de variétés présentant des racines faciles à arracher (peu enterrées ou régulièrement ovoïdes) et riches.

Ces objectifs nouveaux sont susceptibles d'entraîner des modifications dans les techniques de sélection. Par exemple, la sélection en vue de

la résistance aux maladies oblige le sélectionneur à créer des lignées qui, chez une plante allogame comme la betterave, présentent, par rapport aux parents dont elles proviennent, une diminution de vigueur et de rendement.

La recombinaison de ces lignées et l'obtention d'une variété synthétique ou de « F_1 commerciales », à rendement élevé, posent un certain nombre de problèmes.

Le désir d'augmenter dans les « F_1 commerciales » le taux de F_1 véritables a conduit les sélectionneurs américains à essayer d'utiliser la stérilité mâle.

L'obtention de lignées, par autofécondation, les croisements en retour utilisant des lignées autofertiles (telles que la lignée monogerme SLC 101 de SAVITSKY), l'obtention de variétés synthétiques à partir des lignées, posent le problème de l'autostérilité et de l'autofertilité chez la betterave.

La difficulté que l'on éprouve dans la recherche de géniteurs de résistance ou de tolérance à l'égard de la jaunisse peut inciter à effectuer des hybridations interspécifiques. Pour mener à bien certains de ces croisements il peut être utile d'utiliser des parents tétraploïdes dans l'espoir d'obtenir un hybride amphidiploïde fertile.

Certain sélectionneurs ont été également tentés d'utiliser la polyploïdie dans l'espoir d'accroître les rendements. Les premières familles tétraploïdes obtenues ont présenté, en général, une diminution de la fertilité et du rendement. Mais il semble qu'après une sélection portant sur plusieurs générations, la fertilité et l'aptitude à donner des hybrides à rendements élevés se soient améliorées. Les résultats obtenus récemment, avec les variétés commerciales « triploïdes » notamment, obligent à reconsidérer le problème.

Nous voyons donc que le nombre des objectifs de sélection, des méthodes utilisées, et d'une façon générale des problèmes que pose l'amélioration de la betterave sucrière s'est accru depuis quelques années.

Certains résultats pratiques intéressants ont été obtenus, notamment à l'étranger (sélection de variétés résistantes au Cercospora, ou de variétés polyploïdes).

Mais l'introduction de variétés sélectionnées pour les conditions d'un pays étranger pose souvent un problème difficile d'adaptation. C'est le cas, par exemple, des variétés américaines résistantes au Cercospora dont les rendements sont suffisants dans une région de culture extensive infectée par la maladie, où la résistance au parasite est l'essentiel. En France, ces variétés donnent un rendement insuffisant et présentent, en outre, un certain pourcentage de montées à graines en semis normal d'avril.

D'autres travaux de sélection sont à un stade préliminaire (obtention de variétés commerciales monogermes). Leurs résultats sont parfois problématiques (résistance à la jaunisse). Certaines recherches ont surtout un

intérêt théorique. L'utilisation de variétés mâle-stériles est une technique séduisante mais pose des problèmes délicats.

Le but de la présente étude est de passer en revue ces différents points, en indiquant les résultats déjà obtenus en France ou à l'étranger, et en montrant comment se pose le problème pour les conditions de la France. Nous ferons d'abord quelques remarques préliminaires sur la variabilité du matériel étudié et les variétés de betterave sucrière.

VARIÉTÉS ET TYPES DE RACINES

La betterave sucrière est souvent prise comme type de plante allogame. Les variétés de betterave peuvent être considérées, en général, comme des populations. Sauf peut-être dans quelques cas particuliers, il n'est guère possible de distinguer à coup sûr deux variétés par des caractères morphologiques. Dans une variété commerciale on trouve plusieurs types morphologiques de feuillage. Il serait d'autant plus difficile d'utiliser des caractéristiques du feuillage pour distinguer des variétés que l'aspect morphologique des feuilles varie suivant leur position dans le bouquet foliaire et suivant le stade atteint par la plante. Certaines familles relativement homogènes se distinguant en fin de végétation par un port complètement étalé, présentent, au début de leur croissance, un port nettement dressé.

Bouillenne, Kronacker et De Roubaix (2) distinguent trois types de bouquet foliaire qui apparaissent successivement au cours du développement de la plante. Ces types de feuilles se distinguent les uns des autres par des caractères morphologiques, mais aussi par des caractéristiques chimiques telles que richesse en sucre, teneur en azote, teneur en matières sèches, etc... On classe souvent les variétés en types à bouquet foliaire grand, petit ou intermédiaire. Mais ce caractère dépend en fait de plusieurs facteurs : dimensions du limbe, longueur du pétiole, nombre de feuilles, port plus ou moins dressé.

La sélection massale a surtout porté sur des caractères physiologiques tels que richesse et poids des racines, plutôt que sur des caractères morphologiques, et sur la racine plutôt que sur le feuillage.

On distingue généralement des types à rendement élevé et pauvres en sucre, des types riches à racines petites, et des types intermédiaires. Ces types sont désignés respectivement par les lettres E, Z et N, qui sont les initiales des mots allemands Ertrag (= rendement), Zucker (= sucre), Normal. Cette distinction en trois types implique une corrélation inverse entre richesse et poids des racines. Cette corrélation est importante à l'échelle variétale, comme l'ont montré divers auteurs (21, 23). Mais elle est beaucoup plus faible quand on considère individuellement les racines à l'intérieur d'une variété.

Les essais effectués pendant quatre années à Versailles sur 5 variétés de types différents ont confirmé ces notions classiques. Ces essais, disposés en blocs, avaient pour but l'étude de l'influence de l'année sur les différents types de variétés de betteraves sucrières. Les rendements en poids des racines, la richesse et le rendement en sucre sont donnés dans le tableau I. Le tableau II donnant le détail de l'analyse de la variance met en évidence l'importance considérable du « facteur années ».

D'une façon générale, les rapports de la « variance années » à la « variance variétés » ou de la « variance champ » à la « variance variétés » sont plus importants encore dans le cas de la betterave que dans celui d'autres plantes (telles que le blé).

Les différences existant entre variétés sont cependant nettement significatives. Le classement des variétés est approximativement inverse pour le poids et la richesse. L'interaction « variétés × années » est significative pour la richesse. Cela signifie que, d'une année à l'autre, les différences relatives de richesse entre les variétés varient significativement. Il semble en effet que les écarts entre les rendements des diverses variétés soient plus grands en années relativement humides (1950 et 1951) qu'en années sèches (1952 et surtout 1949). Cependant, pour le poids des racines comme pour le rendement en sucre, l'interaction variétés × années n'est pas significative. Cet essai ne permet donc pas de mettre en évidence des variations d'une année à l'autre dans les différences entre les rendements des diverses variétés . Ce résultat a d'autant plus de valeur que les quatre années envisagées correspondent à des conditions climatiques nettement différentes.

La variabilité du poids et de la richesse à l'intérieur d'une variété est importante par rapport à la variabilité de la population globale constituée par toutes les variétés d'une collection. Dans des essais sur la variabilité des variétés de betterave, BRUINSMA (5) cite des coefficients de variabilité (écarts types en pourcent de la moyenne)variant de 36 à 51 pour le poids des racines. Les coefficients de variabilité, calculés à Versailles, à partir d'analyses individuelles ont varié, suivant les années et les variétés, de 8 à 11 p. 100 pour la richesse, le coefficient de la population globale constituée par toutes les variétés étant voisin de 13 p. 100. Pour le poids des racines, les coefficients de la plupart des variétés dépassaient 35 p. 100, le coefficient de la population globale étant de l'ordre de 50 p. 100.

La corrélation inverse existant entre le poids et la richesse, et la variabilité relativement faible de l'ensemble de la « population globale betterave sucrière » constituent un obstacle pour le sélectionneur. Mais il existe des caractères intéressants relativement peu étudiés, tels que résistance aux maladies, monogermie, etc...

D'autre part, les croisements interspécifiques, bien qu'aléatoires, et dans une certaine mesure, la polyploïdie, peuvent augmenter la variabilité du matériel.

Tableau I

Rendement de 5 variétés correspondant à des types différents pendant 4 ans

Poids (en g par racine)

Variétés	1949	1950	1951	1952
Klein Wanzleben E	472	1 091	1 035	845
Desprez Elite	396	927	949	710
Hilleshög	401	907	925	616
Janasz Z	326	724	799	596
Kühn	315	807	877	625
Plus petite différence significative	65	104	116	100

Richesse (en %)

Variétés	1949	1950	1951	1952
Janasz Z	14,7	20,4	18,3	17,4
Hilleshög	14,1	18,2	16,8	15,2
Kühn	14	17,2	16,6	15,6
Desprez Elite	13,8	17	16,3	15,4
Klein Wanzleben E	13,4	16,5	15,8	15,7
Plus petite différence significative	0,57	0,63	1,3	1,0

(Sucre en g par racine)

Variétés	1949	1950	1951	1952
Klein Wanzleben E	63,1	180	164	133
Hilleshög	56,4	165,2	155	93,9
Desprez Elite	54,8	157,7	154,6	109,3
Janasz Z	48,2	147,1	146,2	104,0
Kühn	44,1	138,8	146	98
Plus petite différence significative	17	20,6	—	13,5

Moyenne des rendements pour les 4 années

Variétés	Poids	Richesse	Sucre	Type des variétés
Klein Wanzleben E	861	15,3	132	E
Desprez Elite	745	15,6	117	N
Hilleshög	712	16,1	115	N à Z
Janasz Z	611	17,7	109	Z
Kühn	656	15,9	104	N à Z
Plus petite différence significative	48	0,4	10,1	

Tableau II

Analyse de la variance

Origine de la variation	Degrés de liberté	Poids (en g par racine)			Richesse (en %)			Sucre (en g par racine)		
		Variance	Valeurs de F		Variance	Valeurs de F		Variance	Valeurs de F	
			calculée	théorique P = 0,05		calculée	théorique P = 0,05		calculée	théorique P = 0,05
Variétés	4	145.850	*31,3*	2,57	14,1	*35,5*	2,57	1 600	*7,8*	2,57
Années	3	1.227.203	*263,5*	2,8	55,1	*138,9*	2,8	48 143	*236,4*	2,8
Interaction var. X années ...	12	6.673	1,4	1,9	1,06	*2,6*	1,9	173	0,8	1,9
Blocs.....	12	8.169	1,7	1,9	1,77	*4,4*	1,9	195	0,9	1,9
Erreur	48	4.655			0,39			204		

N. B. — Les chiffres en italiques correspondent à des variances significativement supérieures à l'erreur.

NOUVEAUX OBJECTIFS DE SÉLECTION

I. — SÉLECTION EN VUE DE LA RÉSISTANCE AU CERCOSPORA OBJECTIFS DE SÉLECTION POUR LA FRANCE.

Ayant déjà envisagé ailleurs la question de la sélection de la betterave pour la résistance au Cercospora (37, 38, 39), nous résumerons très brièvement les principales données du problème. (Pour une bibliographie détaillée, voir ALDROVANDI (32).)

A. Influence du Cercospora sur le rendement Orientation de la sélection en France

Par des essais comparatifs effectués dans des conditions de contamination naturelle ou artificielle, nous avons montré que des pertes de rendement en sucre à l'hectare de l'ordre de 40 à 50 p. 100 occasionnées par le Cercospora ne sont pas exceptionnelles en France. Des pertes de l'ordre de 10 à 20 p. 100 peuvent être considérées comme fréquentes.

La date du semis est susceptible d'influer sur la gravité de l'infection. Les pertes de rendement sont sensiblement plus importantes lorsque le semis est précoce que dans le cas de semis tardifs. Ce fait peut s'expliquer en partie par l'augmentation de la durée totale d'infection dans le cas des semis précoces. Il est également possible que l'âge des plantes lors de la contamination joue un rôle, les plantes jeunes étant moins sensibles, dans certaines conditions. L'augmentation de rendement due à la précocité du semis est telle qu'il y a toujours intérêt à semer les betteraves précocement dans le courant du mois de mars. Cependant, on peut craindre qu'en cas d'infection forte, le Cercospora fasse perdre, en grande partie, l'avantage dû à la précocité du semis.

Pour toutes ces raisons, la sélection d'une variété résistante ou tolérante, adaptée à nos conditions de culture, est un problème majeur. Cependant la situation est très différente, en France, de celle qui existe dans d'autres pays. Aux États-Unis, — dans les régions où sévit le Cercospora — et dans les pays du Sud de l'Europe (Espagne, Italie), les infections sont intenses chaque année. Il peut être intéressant, dans ce cas, de cultiver une variété résistante, même si son rendement moyen est sensiblement inférieur à celui d'une bonne variété sensible, productive, en l'absence de maladie. Dans ces pays, l'emploi de variétés résistantes est considéré , en général, comme la solution la meilleure au problème du Cercospora. Par contre, dans les pays où les infections peuvent être graves, mais sont cependant plus sporadiques, — comme l'Allemagne ou la

Suisse —, les traitements à la bouillie bordelaise sont souvent considérés comme une bonne solution, actuellement.

En France, dans certaines régions où la maladie sévit chaque année, — les cultures irriguées de la basse vallée du Rhône, par exemple —, l'utilisation de variétés résistantes, même peu productives, peut être, dès maintenant, une solution rentable.

Mais dans les régions habituelles de culture de la betterave, l'importance des dégâts causés par la maladie est extrêmement variable, suivant les années et d'un champ à l'autre.

Une variété résistante adaptée à ces régions devra donc, en premier lieu, avoir un rendement comparable à celui des bonnes variétés sensibles, en l'absence de maladie ; elle devra, en plus, présenter une certaine résistance.

Des observations effectuées sur une collection à partir de 1948, et à partir de 1950 des essais comparatifs de rendement contaminés artificiellement, avaient pour but de comparer, dans les conditions de Versailles, le comportement d'un assez grand nombre de variétés (82 au total) à l'égard de la maladie.

Ces observations nous ont permis de vérifier les notions suivantes :

Dans le matériel « betteraves sucrières » il n'existe pas d'immunité à l'égard du Cercospora. Mais il existe toute une gamme de comportements allant d'une forte sensibilité à une certaine résistance. Cette résistance se traduit à la fois par une surface foliaire malade réduite et par des pertes de rendement plus faibles.

Il semble d'ailleurs que la corrélation entre l'intensité de l'attaque, notée d'après l'aspect du feuillage et les pertes de rendement ne soit pas absolue.

Parmi les variétés résistantes actuellement commercialisées, signalons :

Un certain nombre de variétés américaines (certaines provenant de Stations officielles : *US 215 × 216 /3*, *US 216 × 226*, etc... et d'autres de Sociétés privées : *GW 243*, etc...).

La variété allemande *Klein Wanzleben CR* ;

la variété hongroise *Beta Y 19* ;

la variété polonaise *Buczynski CLR* ;

les variétés italiennes de la Station de Rovigo.

Les variétés américaines et italiennes ont une forte tendance à monter à graines en semis d'avril. La plupart de ces variétés (sauf peut-être *Beta Y 19*) présentent un fort pourcentage de racines allongées ou de forme défectueuse, d'arrachage difficile.

Dans l'ensemble, leurs rendements en poids de racines et par suite, en sucre à l'hectare, sont sensiblement inférieurs en l'absence de maladie à celui des variétés sensibles courantes.

A titre indicatif nous donnons dans les tableaux suivants (III, IV, V et VI) les résultats d'essais comparatifs portant sur 12 variétés observées pendant deux années. Ces 12 variétés avaient été choisies de manière à correspondre à une gamme complète de sensibilité à l'égard du Cercospora. Elles comprenaient également des variétés allant du type E au type Z. Ces essais étaient destinés à comparer le comportement des différents types de variétés avec ou sans maladie.

L'essai comportait 6 répétitions. L'ensemble de chaque répétition était divisé en deux bandes dans le sens perpendiculaire à celui des parcelles. L'une de ces bandes avait été contaminée artificiellement par pulvérisation sur les feuilles de mycélium broyé. L'autre avait été traitée à plusieurs reprises à la bouillie bordelaise.

Nous indiquons ci-dessous les dates des différents traitements :

Date des traitements	(Parcelles traitées)	1952	1953
		23 juillet 25 août (bouillie bordelaise à 2 % de SO_4Cu)	6 juillet 28 août (bouillie bordelaise à 1 % de SO_4Cu)
Date de contamination.....	(Parcelles contaminées)	3 juillet	18 juin
Date d'apparition des premières taches	(Parcelles contaminées)	23 juillet	6 juillet
Date de la généralisation de l'infection sur les variétés sensibles	(Parcelles contaminées)	2 août	15 juillet
Date de semis		17 avril	31 mars
Date d'arrachage		5 octobre	2 octobre

Dans des conditions de forte infection, en dehors des variétés résistantes, seules les variétés de type E, à poids élevé, mais pauvres en sucre, peuvent présenter, malgré leurs pertes, un poids acceptable.

La variété hongroise *Beta C 242* a présenté dans nos essais un comportement particulier. D'après l'aspect du feuillage, elle est plus proche des variétés sensibles que des variétés résistantes. En raison, à la fois de son rendement en poids élevé et de ses pertes faibles, elle s'est classée, dans nos essais, parmi les variétés à rendement en sucre élevé avec ou sans maladie. Mais sa richesse en sucre est faible. Dans ce cas, on pourrait parler de tolérance plutôt que de résistance.

Notons que ces résultats ne valent que pour les conditions précises de ces essais destinés à rechercher le type de variété le plus adapté aux conditions françaises.

En effet, il semble que le degré de résistance d'une variété soit sujet à variations, suivant le pays où cette variété est cultivée. Les variétés espagnoles résistantes de la Société Ebro se sont montrées sensibles à Versailles. Il semble que la variété américaine *US 215 × 216* soit moins résistante en Allemagne qu'aux États-Unis.

De plus, une variété adaptée aux U. S. A. ou en Italie peut ne plus l'être en France. C'est le cas en ce qui concerne la tendance à la montée à graines précoce.

Tableau III

Notes de Cercospora et pourcentages de montées à graines

	Notes de Cercospora		% de montées		Origine de la variété
	1952	*1953*	*1952*	*1953*	
Klein Wanzleben CR	1,3	3,4	0	0,8	Allemagne
RD (Rovigo)	2,8	4,6	19,6	32,0	Italie
Beta Y 19	3,0	5,2	0	0	Hongrie
US 215 × 216/3	2,7	5·4	5	8	U. S. A.
Beta C 242	4,3	6,0	1,6	7,6	Hongrie
Klein Wanzleben E	7,0	9,2	1,6	0	Allemagne
Vilmorin B	7,0	8,6	0	1,6	France
Desprez élite	7,1	9,0	0	0	France
XE (Tirlemont)	7,3	9,0	0	0	Belgique
Hilleshög K	7,1	9,0	0	3,5	Suède
Hilleshög P	7,5	9,0	0	0	Suède
MLR	7,1	8,4	0	0	Pologne

N.-B. — Les décimales proviennent de ce que les valeurs données sont des moyennes.

Tableau IV

Poids moyen d'une racine (en g)

	Parcelles traitées		Parcelles contaminées		Pertes	
	en g par racine	en% de Hilleshög K traité	en g par racine	en % de Hilleshög K contaminé	en g par racine	en % des parcelles traitées
Année 1952						
Klein Wanzleben CR	773	106	738	119	35	4,5
RD (Rovigo)	707	97	703	114	4	—
Beta Y 19	705	97	732	118	(– 27)	—
US 215 × 216/3	674	92	668	108	6	—
MLR	713	98	613	99	100	14,0
Beta C 242	912	125	850	137	62	6,8
Klein Wanzleben E	850	117	675	109	175	20,6
Vilmorin B	793	109	609	98	184	23,2
Desprez élite	817	112	639	103	178	21,8
XE (Tirlemont)	808	111	677	109	131	16,2
Hilleshög K	729	100	619	100	110	15,1
Hilleshög P	756	104	611	99	188	23,6
Plus petite différence significative	112		100			
Année 1953						
Klein Wanzleben CR	692	90	711	121	(– 19)	—
RD (Rovigo)	680	88	686	117	(– 6)	—
Beta Y 19	738	96	714	122	24	3,2
US 215 × 216/3	736	96	637	109	99	13,5
MLR	756	98	511	87	245	32,5
Beta C 242	872	113	776	132	96	11
Klein Wanzleben E	898	117	657	112	241	27
Vilmorin B	684	89	514	88	170	25
Desprez élite	807	105	581	99	226	28
XE (Tirlemont)	890	116	669	114	221	25
Hilleshög K	769	100	586	100	183	—
Hilleshög P	848	110	617	105	231	27,5
Plus petite différence significative	104		57,8			

Tableau V

Richesse en sucre

	Parcelles traitées		Parcelles contaminées		Pertes	
	Sucre %	en % de Hilleshög K traité	Sucre %	en % de Hilleshög K contaminé	en valeur absolue	en % des parcelles traitées
Année 1952						
Klein Wanzleben CR ...	16,1	102,5	15,3	111,0	0,8	5,0
RD (Rovigo)	15,9	101,0	15,2	110,0	0,7	4,5
Beta Y 19	15,7	100,0	15,2	110,0	0,5	3,2
US 215 × 216/3	14,2	90,5	13,7	99,0	0,5	3,5
MLR	17,4	111,0	15,7	113,5	1,7	9,8
Beta C 242	15,4	98,0	14,6	105,5	0,8	5.3
Klein Wanzleben E	16,0	102,0	13,4	97,0	2,6	16,2
Vilmorin B	15,8	100,5	14,5	105,0	1,3	8,2
Desprez élite	15,5	99,0	13,7	99,0	1,8	11,6
XE (Tirlemont)	15,6	99,5	14,2	103,0	1,4	9,0
Hilleshög K	15,7	100	13,8	100	1,9	12,0
Hilleshög P	15,7	100	13,3	96,5	2,4	15,3
Plus petite différence significative	0,66		0,79			
Année 1953						
Klein Wanzleben CR ...	16,2	102,5	16,6	117,0	(− 0,4)	—
RD (Rovigo)	16,5	104,5	16,3	115,0	0,2	1,2
Beta Y 19	16,0	101,0	15,1	106,5	0,9	5,5
US 215 × 216/3	15,0	95,0	14,9	105,0	0,1	—
MLR	17,7	112,0	16,4	115,5	1,3	7,3
Beta C 242	15,5	98,0	15,1	106,5	0,4	2,6
Klein Wanzleben E	16,0	101,0	14,3	101,0	1,7	10,6
Vilmorin B	16,0	101,0	15,3	108,0	0,7	4,4
Desprez élite	16,4	104,0	14,7	103,5	1,7	10,4
XE (Tirlemont)	15,8	100	14,9	105,0	0,9	5,7
Hilleshög K	15,8	100	14,2	100	1,6	10,1
Hilleshög P	15,6	99,0	14,1	99,0	1,5	9,6
Plus petite différence significative	0,97		0,86			

Tableau VI

Rendement en sucre (en g par racine)

	Parcelles traitées		Parcelles contaminées		Pertes	
	en g par racine	en % de Hilleshög K traité	en g par racine	en % de Hilleshög K contaminé	en g par racine	en % des parcelles traitées
Année 1952						
Klein Wanzleben CR ...	124	109	113	133,0	11	8,9
RD (Rovigo).....	112	98,0	107	126,0	5	4,5
Beta Y 19.....	111	97,5	111	130,5	0	0
US 215 × 216/3	96	84,0	91	107,0	5	5,2
MLR	124	109,0	96	113,0	28	22,6
Beta C 242	140	123,0	124	146,0	16	11,4
Klein Wanzleben E	136	119,0	90	106,0	46	33,8
Vilmorin B	125	109,5	88	103,5	37	29,6
Desprez élite	127	111,5	87	102,5	40	31,5
X E (Tirlemont).....	126	110,5	96	113,0	30	23,8
Hilleshög K.....	114	100	85	100	29	25,4
Hilleshög P.....	125	109,5	81	95,0	44	35,2
Plus petite différence significative	21		15			
Année 1953						
Klein Wanzleben CR ...	112	92,5	118	142,0	(– 6)	—
RD (Rovigo).....	112	92,5	111	134,0	1	—
Beta Y 19.....	118	97,5	108	130,0	10	8,5
US 215 × 216/3	110	91,0	95	114,5	15	13,6
MLR	134	111,0	84	101,0	50	37,3
Beta C 242.....	136	112,5	117	141,0	19	14,0
Klein Wanzleben E	143	118,0	94	113	49	34,3
Vilmorin B.....	110	91,0	80	96,5	30	27,3
Desprez élite	133	110,0	85	102,5	48	36,1
XE (Tirlemont).....	141	116,5	99	119,0	42	29,8
Hilleshög K.....	121	100	83	100	38	31,4
Hilleshög P.....	132	109,0	87	105	45	34,1
Plus petite différence significative	15		19			

La conclusion de cette rapide mise au point est qu'il existe actuellement des variétés présentant un certain degré de résistance ou de tolérance. Il serait cependant nécessaire d'augmenter leur productivité, et dans certains cas, d'améliorer certaines qualités culturales.

B. Objectifs de recherche sur la résistance au Cercospora

1° **Premiers travaux de sélection** : matériel, méthodes, premiers résultats.

L'obtention d'une variété à la fois résistante et productive en l'absence de maladie pose un certain nombre de problèmes. Il est vraisemblable que les variétés résistantes actuelles doivent leurs faibles rende-

ments, en l'absence de maladie, à un certain « effet de consanguinité » dû à leur origine génétique restreinte.

Le caractère « résistance au Cercospora » est en effet un caractère rare. Le sélectionneur qui a trouvé des plantes résistantes constitue des lignées par autofécondation de ces plantes, ou des familles par groupement de plantes résistantes.

Bien que les variétés résistantes américaines soient des F_1 commerciales (*US 215 × 216*, par exemple) ou des variétés synthétiques (*US 226*), il est probable que la sélection pour la résistance au Cercospora a réduit la variabilité génétique du matériel en sélection. C'est pourquoi il nous paraît spécialement intéressant de constituer des familles à partir d'origines aussi diverses que possible, dans une première phase du travail de sélection. Dans une deuxième étape, il serait nécessaire d'effectuer des tests d'aptitude à la combinaison entre les différentes origines prises deux à deux, de manière à voir s'il est possible de réaliser une variété synthétique productive et résistante.

La première phase du travail , l'obtention de familles résistantes, a débuté en 1948 à la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles. Sur 60 familles testées en 1953 dans un essai comparatif avec répétitions, contaminé artificiellement, 43 présentaient une résistance supérieure à celle de *Beta Y 19*, prise comme témoin. 9 d'entre elles avaient à la fois un rendement en poids et une richesse égaux ou supérieurs à ceux de *Beta Y 19*.

La sélection pour la résistance au Cercospora a été effectuée jusqu'ici dans l'ignorance des mécanismes de la résistance et de son comportement génétique.

Il semble nécessaire d'approfondir nos connaissances sur ces questions théoriques.

2° Mécanismes de la résistance.

Actuellement nous ne connaissons rien de certain sur le mécanisme de la résistance au Cercospora.

En serre, aux stades jeunes (2 ou 4 feuilles) les variétés résistantes (*U. S. 215 × 216*/3 et *Beta Y 19* notamment) se montrent pratiquement aussi sensibles que les variétés sensibles témoins. Leur résistance n'apparaît que plus tard. Cette particularité peut être utilisée dans la recherche des mécanismes de la résistance : il faudrait observer les modifications qui apparaissent à ce moment chez les variétés résistantes.

Notons que l'orientation des recherches devra porter d'une part sur les facteurs agissant sur la pénétration du mycélium dans la plante, d'autre part sur les mécanismes chimiques internes.

Classiquement, le mycélium pénètre par les stomates. Le nombre des stomates paraît être un caractère variétal relativement constant pour une

feuille d'âge donné. Mais la position de la feuille dans le bouquet foliaire semble influer beaucoup plus sur le nombre de stomates que le facteur variétal.

Tous les facteurs influant sur le mécanisme d'ouverture des stomates peuvent jouer un rôle. Les feuilles de beaucoup de variétés résistantes ou les feuilles jeunes moins sensibles ont souvent un aspect brillant particulier. Une substance cireuse empêchant l'étalement des gouttelettes d'eau pourrait agir indirectement sur la fermeture des stomates.

Il n'est pas impossible que des facteurs internes, difficilement analysables, jouent un rôle essentiel. Le comportement souvent contradictoire des jeunes plantes en serre et en champ suggère que les mécanismes en jeu ne sont sans doute pas simples et que plusieurs facteurs interviennent probablement.

3° **Comportement génétique de la résistance.**

Le comportement génétique de la résistance n'est pas mieux connu. KOHLS (18) rapporte que, dans une série de croisements entre plantes sensibles et plantes résistantes, la moyenne des F_1 était comparable à la moyenne des parents sensibles.

La plupart des croisements que nous avons effectués entre plantes résistantes et plantes sensibles ont donné des F_1 sensibles. Cependant nous pensons avoir observé un cas de dominance, chez une famille issue d'un croisement entre betterave sucrière et betterave fourragère riche.

Il est probable que plusieurs gènes soient impliqués dans la résistance et puissent agir sur des mécanismes différents. L'analyse de ces mécanismes et leur comportement génétique sont deux problèmes étroitement liés.

II. — LE PROBLÈME DE LA RÉSISTANCE A LA JAUNISSE DE LA BETTERAVE

A. Importance économique de la jaunisse

La jaunisse est, avec le Cercospora, l'une des maladies de la betterave qui occasionne chaque année, en France, les dégâts les plus importants.

On sait que cette maladie est causée par un virus transmis à la plante par les pucerons. Bien que diverses espèces de pucerons puissent transmettre la maladie, on admet généralement que ce sont *Myzus perzicae*, le puceron vert et rose du pêcher, et le puceron noir *Aphis fabae* qui doivent être considérés comme les principaux agents vecteurs.

Chez *Aphis fabae* les individus sont souvent extrêmement nombreux, mais *Myzus perzicae* jouerait néanmoins un rôle plus important.

Les symptômes de la jaunisse peuvent varier avec le stade atteint par la plante lors de la contamination.

Lorsque l'infection se manifeste normalement au milieu de l'été, ce sont les feuilles d'âge moyen, submarginales, qui manifestent les premières les symptômes typiques : taches jaune-orangé suivies de nécroses, feuilles craquant lorsqu'on les froisse. Ces symptômes correspondent à des modifications physiologiques ou chimiques : formation de « gomme » dans le liber, accumulation d'amidon et de sucres réducteurs dans les feuilles.

Lorsque les symptômes apparaissent précocement en juin ou juillet, ainsi que nous l'avons observé en 1951 à Versailles, ils se manifestent d'abord par un léger jaunissement autour des nervures chez les feuilles les plus jeunes du centre. HALE, WATSON et HULL (43) décrivent diverses chloroses dues à des déficiences en certains éléments (magnésium, manganèse, etc...). Ces chloroses pourraient parfois être confondues avec les symptômes de la jaunisse.

Le diagnostic de la maladie est quelquefois difficile à établir. Des plantes porteuses de virus peuvent présenter des symptômes légers ou nuls. Seuls des tests sérologiques (ou éventuellement des tests basés sur une méthode chimique) permettent un diagnostic sérieux.

Les pertes provoquées par la maladie, en France, n'ont pu être évaluées avec précision. Il est très difficile, en effet, de réaliser un essai comparatif comprenant côte à côte des parcelles exemptes de virus et des parcelles malades. Une évaluation approximative des pertes, effectuée par comparaison des rendements des plantes paraissant saines à la récolte d'une part, et des plantes nettement malades d'autre part, avait donné, en 1950 à Versailles, un chiffre voisin de 15 p. 100 pour les pertes de rendement en sucre à l'hectare. D'après LIMASSET et GRENTE (46) la réduction du rendement en poids de racines pourrait atteindre 40 p. 100.

La méthode préconisée par les auteurs anglais pour l'évaluation des pertes de rendement consiste à affecter le rendement de chaque champ ou de chaque parcelle d'un essai, du pourcentage de plantes malades et de calculer le coefficient de régression.

D'après HULL (44) les pertes en sucre à l'hectare seraient de l'ordre de 3 à 5 p. 100 du rendement par semaine à partir de l'époque d'apparition des premiers symptômes jusqu'en octobre. Par exemple, une plante extériorisant les symptômes au début de septembre perdrait 20 à 30 p. 100 du rendement qu'elle aurait donné si elle était demeurée saine ; le pourcentage de sucre par racine pourrait être réduit de 1 à 2 p. 100.

Les pertes de rendement observées sur les porte-graines peuvent être également très élevées. HULL (44) cite les chiffres suivants :

En 1946 : 0,95 cwts à l'acre (approximativement 61 kg à l'hectare) pour 10 p. 100 de plantes malades.

En 1948 : 1,93 cwts à l'acre (approximativement 123 kg à l'hectare) pour 10 p. 100 de plantes malades.

En 1949 : 0,88 cwts à l'acre (approximativement 56 kg à l'hectare) pour 10 p. 100 de plantes malades.

Hull ajoute que des champs de porte-graines fortement infectés donnent des rendements en graines rarement supérieurs à 14 ou 15 cwts à l'acre (soit environ 900 kg à l'hectare) quand les rendements de plantes saines cultivées dans des conditions semblables sont de l'ordre de 30 cwts (approximativement 1 900 kg à l'hectare). Cette diminution de rendement est due en partie à une diminution de la grosseur des glomérules. Les pertes de rendement sont particulièrement élevées en Angleterre et dans les pays du Nord-Ouest de l'Europe (Pays-Bas, Belgique).

D'après le travail de Watson (M. A.), Watson (D. J.) et Hull (R.) (48) la date de contamination est l'un des principaux facteurs agissant sur les pertes. Les pertes de rendement seraient proportionnelles à la durée de l'infection ou plus exactement à l'intervalle de temps compris entre la date d'apparition des symptômes et la récolte. La date de semis aurait une faible incidence sur les pertes.

La sélection de variétés résistantes est peut-être plus nécessaire encore dans le cas de la jaunisse que dans celui du Cercospora. Il existe des méthodes de lutte contre la maladie (culture des planchons dans une région différente de celle où l'on cultive les porte-graines, traitement par des insecticides systémiques, pratiques culturales diverses telles que semis précoce à une forte densité, utilisation de fortes doses de nitrates, etc...).

Mais bien que ces méthodes donnent des résultats qui pourront peut-être s'améliorer lorsqu'elles seront mieux au point, leur efficacité ne sera sans doute jamais absolue.

B. Possibilités d'obtention de variétés résistantes ou tolérantes

La sélection de matériel résistant est actuellement au stade de départ.

Il n'existe à notre connaissance, aucune variété commerciale résistante ou tolérante, et certains spécialistes de la jaunisse sont pessimistes quant à la possibilité de trouver une résistance réelle chez la betterave cultivée.

Il semble cependant que certaines familles ou lignées présentent entre elles des différences de comportement constantes d'une répétition à l'autre. Cette différence porte notamment sur le degré de jaunissement des feuilles. Il semble que ce soit le cas des lignées américaines signalées par Coons (41) comme moins sensibles. Les variétés testées dans deux essais à Versailles, en 1953, ne semblent pas réellement résistantes ou tolérantes dans les conditions de la France. Elles présentent néanmoins des différences faibles mais constantes dans le degré de jaunissement.

Rietberg (47) cite l'existence à Bergen op Zoom de lignées possédant une forte tolérance.

Nous avons également observé des lignées demeurant plus vertes que les autres dans un ensemble de descendances de croisements entre betterave sucrière et un écotype de *Beta maritima*.

Il est possible qu'une certaine tolérance soit plus fréquente chez certaines espèces sauvages notamment chez *Beta patellaris*. Plusieurs exemplaires de *Beta lomatogona* cultivés à Versailles ont présenté une absence presque totale de symptômes en 1951 dans des conditions d'infection forte. La plupart réagirent positivement aux tests sérologiques. Le travail préliminaire qui s'impose actuellement est une prospection sur une très large échelle qui devrait être effectuée principalement sur des lignées autofécondées, et, éventuellement, sur des espèces sauvages.

Pour effectuer cette prospection avec le maximum de chances de succès, le sélectionneur doit avoir à sa disposition une méthode de contamination artificielle permettant de réaliser une infection homogène à 100 p. 100 et la possibilité de détecter les plantes exemptes de virus dans un ensemble de lignées infectées.

La méthode de contamination la plus sûre consiste à placer sur les plantes des pucerons nourris au préalable sur des plantes malades (à raison de 5 à 10 pucerons par plante). Employée à une grande échelle, cette méthode nécessite un élevage de pucerons important et un travail considérable. On peut réaliser une bonne contamination naturelle en entourant les parcelles à contaminer de porte-graines déjà infectés. On peut également, afin de gagner une année, semer la collection de lignées en juillet-août, la contaminer précocement au printemps et autoféconder en été les plantes paraissant saines.

Pour détecter les plantes porteuses de virus la méthode sérologique est la meilleure, actuellement. Cette méthode donne parfois des résultats déconcertants dus peut-être à l'existence de plusieurs races de virus.

Une méthode moins spécifique que la méthode sérologique, mais permettant de dire avec certitude qu'une plante réagissant négativement est saine, rendrait des services au sélectionneur.

Diverses méthodes chimiques sont actuellement à l'étude dans plusieurs Laboratoires.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il semble d'ailleurs qu'il faille rechercher des plantes tolérantes porteuses de virus, l'immunité n'ayant jamais été observée chez la betterave cultivée.

Il n'est nullement prouvé qu'il y ait une corrélation entre l'importance des symptômes et celle des pertes.

Les notes attribuées d'après l'importance des symptômes n'ont pas beaucoup de signification pour le sélectionneur. Il serait préférable de déterminer pour chaque famille à l'étude les pertes de rendement évaluées par comparaison entre parcelles infectées et parcelles saines.

III. — L'OBTENTION DE VARIÉTÉS DE BETTERAVE GÉNÉTIQUEMENT MONOGERMES

Les opinions peuvent varier sur l'intérêt de l'emploi des semences segmentées ou monogermes de préférence aux glomérules normaux. Cependant, il est hors de doute que des semences dont le caractère monogerme serait d'origine génétique et stable d'une génération à l'autre, présenteraient sur les graines segmentées des avantages nets : semences cent pour cent monogermes, taux de germination normal, calibrage meilleur, maintien du caractère monogerme d'une génération à l'autre.

Puisqu'il existe actuellement des lignées dont le caractère monogerme est monofactoriel et récessif, on peut prévoir que d'ici un certain nombre d'années de nombreuses variétés de betterave seront monogermes.

A. Caractéristiques du matériel de départ

Des betteraves monogermes furent trouvées par les chercheurs américains en 1948 dans la variété *Michigan hybrid 18* cultivée dans l'Orégon (54). La lignée *SLC 101* de V. F. SAVITSKY serait homozygote pour 3 caractères : le caractère monogerme dépendant d'un gène récessif, désigné par m, la couleur rouge de l'hypocotyle et le caractère autofertile (53). Il y aurait linkage entre le gène *m* et un gène responsable de la montée tardive. D'après OWEN (cité par SAVITSKY, 53), ce gène ne serait pas un allèle du gène B de ABEGG (87) trouvé chez des betteraves annuelles de MUNERATI. Il est possible qu'il existe des gènes modifiant l'effet du gène de base *m*.

La monogermie chez la betterave avait déjà été l'objet de recherches en Russie (BORDONOS, cité par SAVITSKY, 53). Il semble également qu'il existe en Allemagne des lignées de betteraves monogermes.

La lignée *SLC 101*, que nous avons observée à Versailles, n'a aucune valeur culturale. Les plantes, chétives, sont plus sensibles à la jaunisse que la moyenne des betteraves sucrières. Les racines, très petites, présentent une forme défavorable.

D'après RYSER et SAVITSKY (50) l'aptitude générale à la combinaison de *SLC 101* serait bonne. D'après ces auteurs, il serait possible d'obtenir des hybrides à rendement élevé à partir de cette lignée. Il est néanmoins probable qu'il faudra de nombreux croisements en retour pour obtenir à partir de la lignée *SLC 101* des variétés productives.

B. Objectifs de sélection

Les caractéristiques qu'on doit exiger d'une variété monogerme sont une bonne richesse et un rendement en sucre à l'hectare acceptable.

Mais il serait intéressant de fixer le caractère monogerme sur des variétés résistantes aux maladies et des variétés polyploïdes. Il serait également nécessaire d'augmenter la grosseur de la « graine » des lignées monogermes et de profiter de ce que les géniteurs présentent une tendance à la montée tardive pour obtenir des variétés monogermes « résistantes à la montée ».

En raison du nombre des caractères qu'il est intéressant d'associer à la monogermie, il sera indispensable d'entreprendre un vaste programme de croisements en retour (back-crosses).

Le principal obstacle à la réalisation de ce travail est le fait que la lignée *SLC 101* est autofertile. En créant des lignées par autofécondation on risque de sélectionner les plantes autofertiles. Or, pour effectuer les croisements nécessaires à l'obtention d'une variété commerciale, il est indispensable de sélectionner des plantes autostériles.

Un autre moyen de résoudre la difficulté serait d'utiliser la stérilité mâle pour l'obtention de F_1 commerciales.

Une étude des méthodes utilisables pour la sélection des plantes à la fois monogermes et autostériles a été faite par H. SAVITSKY (52).

Si l'on admet la théorie d'OWEN (79) suivant laquelle le caractère autostérile-autofertile est contrôlé par une série d'allèles (dont un allèle Sf d'autofertilité), et les données de VF SAVITSKY suivant lesquelles le caractère monogerme-multigerme dépend d'une paire de gènes, une F_1 entre la lignée monogerme autofertile Sf Sf mm et une variété autostérile MM S_1 S_2 sera du type Sf Sx Mm.

La première génération de back-cross qu'on désignera par B_1 comprendra 4 génotypes MM Sf S_1 ; MM S_1 S_2 ; Mm Sf S_1 ; Mm S_1 S_2.

Toutes les plantes, en B_1, seront multigermes. 50 p. 100 seront autostériles. Si la population B_1 est laissée en fécondation libre, nous pouvons admettre, — approximativement et d'une façon un peu théorique —, que toutes les plantes autofertiles seront autofécondées. Les plantes autostériles seront fécondées par du pollen Sf ou Sx, suivant des proportions correspondant à la répartition des plantes autofertiles et autostériles dans la population. On peut calculer facilement que dans la deuxième génération, désignée par $(B_1)_2$, la composition génétique d'une vaste population tendra vers le rapport : 76 MM : 40 Mm : 12 mm.

En d'autres termes, il y aura 12 plantes monogermes pour 116 multigermes parmi lesquelles 1/4 seulement seront autostériles, ce qui correspond à 1 plante à la fois monogerme et autostérile pour 41,7 autres plantes.

Pour augmenter cette proportion, il serait nécessaire de sélectionner les plantes autostériles en B_2. Cela nécessite la mise au point d'une technique permettant de distinguer rapidement au début de la floraison les plantes autostériles. Il serait également nécessaire de protéger une partie des inflorescences de chaque plante B_1 par des manchons de toile ou des sacs en papier.

LES MÉTHODES D'AMÉLIORATION

Depuis les origines de la sélection de la betterave, les méthodes utilisées n'ont évolué que lentement. Avec quelques variantes dans les modalités d'application, la sélection généalogique maternelle, avec croisements frères × sœurs à l'intérieur des familles, est la méthode la plus employée. Ce sont les objectifs nouveaux souvent difficiles à atteindre (résistance aux maladies, semences monogermes, racine d'arrachage facile, etc...) qui obligent le sélectionneur à envisager l'emploi de méthodes nouvelles. Après avoir rappelé les méthodes classiques et les difficultés soulevées par la sélection de lignées en vue de leur croisement et de l'utilisation de l'hétérosis, nous envisagerons l'utilisation de la polyploïdie et des croisements interspécifiques à l'amélioration de la betterave.

I. — LES MÉTHODES CLASSIQUES

A. Sélection massale et sélection « généalogique maternelle »

Au début de la sélection de la betterave sucrière, la sélection massale fut la première méthode utilisée (rappelons que les pionniers de la sélection de la betterave sucrière furent le Prussien ACHARD à la fin du XVIIIe siècle et Ph. A. DE VILMORIN). C'est Louis de VILMORIN qui signala le premier l'importance de la sélection individuelle et découvrit qu'un moyen de juger la valeur potentielle d'une plante, en tant que tête de famille, consistait à tester sa descendance.

La sélection généalogique maternelle qui fut ensuite utilisée, consistait à semer à part la descendance d'une betterave, — la plante mère ou tête de famille —, qui pouvait être isolée mais en général était mise à grainer avec d'autres betteraves.

Les familles médiocres étaient éliminées, la sélection étant poursuivie de la même manière pendant plusieurs générations dans les familles les plus intéressantes.

La semence commerciale était obtenue par multiplication en mélange des familles les meilleures.

Il semble bien que la sélection massale ait eu, au début, une efficacité certaine en ce qui concerne l'amélioration de la richesse en sucre, ou la sélection de certains caractères morphologiques de la racine ou du feuillage. Une sélection massale conservatrice est toujours efficace pour le maintien de la richesse à un certain niveau, ou l'amélioration de caractères morphologiques.

Par contre, la valeur de la sélection massale en tant que méthode d'amélioration du rendement en poids ou en sucre à l'hectare est plus

douteuse. En choisissant les racines les plus grosses, on sélectionne souvent des plantes hétérozygotes pour de nombreux gènes. La descendance de ces plantes risque de présenter une variabilité comparable à celle de la population de départ. La sélection par familles et croisements frères × sœurs peut aboutir plus rapidement à l'obtention de familles homogènes.

Actuellement, il ne semble pas que les méthodes utilisées habituellement en France ou dans les autres pays européens diffèrent essentiellement de la sélection par familles. Assez souvent, au début de la sélection, l'autofécondation sous toiles est pratiquée pendant une ou plusieurs générations, puis on effectue soit des croisements frère × sœur dans une même famille, soit une sélection purement massale, soit l'alternance entre les deux procédés. Un certain nombre de maisons de sélection indiquent dans leurs schémas d'amélioration des tests sur la valeur en association des meilleures familles.

L'évolution des méthodes de sélection de la betterave sucrière en France correspond à 3 étapes :

1° sélection purement massale,

2° sélection généalogique maternelle, quelquefois combinée à la sélection pédigrée avec autofécondation pendant une génération ou deux,

3° essais sur la valeur en combinaison des familles.

B. Obtention de F_1 ou de variétés synthétiques à partir de lignées

La sélection de lignées « inbred », et l'obtention d'hybrides commerciaux à partir des meilleures lignées sont pratiquées aux États-Unis à une échelle beaucoup plus réduite, il est vrai, dans le cas de la betterave que pour le maïs.

Les « lignées » de betteraves ne sont d'ailleurs nullement comparables aux véritables lignées « inbred » de plantes autogames, homozygotes pour la plupart de leurs caractères.

En dehors des variétés résistantes au Cercospora, la plupart des variétés commerciales américaines semblent produites par des méthodes comparables à celles qui sont utilisées en Europe.

Ce sont les nécessités de la sélection pour la résistance aux maladies qui ont amené les sélectionneurs américains à essayer d'appliquer à la betterave sur une petite échelle les méthodes utilisées pour le maïs.

Dans le cas du « curly-top », maladie à virus transmise par une cicadelle et répandue aux États-Unis à l'ouest des Montagnes Rocheuses, on trouvait vers 1925 dans les populations commerciales (7) une ou deux plantes sur dix mille peu sensibles à la maladie.

Malgré la rareté des plantes résistantes une prospection importante permit à Carsner, Pack, etc... (6) d'obtenir en 1933 la variété *US 1*

qui servit en grande partie de base à l'obtention par sélection massale d'une série de « variétés résistantes » au curly-top : *US 34*, *US 33*, *US 22*, etc...

Dans le cas du Cercospora au contraire, la sélection massale fut inefficace. D'après COONS (7) le matériel résistant de départ provint de 14 lignées « inbred » qui, parmi un ensemble de 200 lignées obtenues par TRACY, s'étaient montrées peu sensibles à la maladie. TRACY avait constitué un ensemble de lignées, par autofécondation, dans l'espoir de fixer des caractères morphologiques, éventuellement intéressants.

Deux notions classiques ont alors été vérifiées dans le cas de la betterave par les chercheurs américains :

Les lignées « inbred » présentent rapidement une perte de vigueur se traduisant par un développement végétatif et un rendement faibles (26).

Les F_1 obtenues par croisement de deux lignées présentent un effet d'hétérosis, important surtout en ce qui concerne le développement du feuillage et la grosseur de la racine, moins marqué pour la richesse. Le rendement en sucre à l'hectare est très généralement supérieur à celui des parents et comparable à celui des bonnes variétés. Les travaux concernant l'hétérosis chez la betterave ont porté sur des « inbred » et des variétés (28, 29).

Ces notions furent appliquées par les sélectionneurs américains à l'obtention de variétés résistantes au Cercospora. La première variété *US 217*, commercialisée en 1937, était une variété synthétique obtenue par le mélange de cinq lignées « inbred » au stade multiplication de la semence commerciale (7). Les variétés suivantes *US 200* × *215*, *US 215* × *216* étaient des F_1, entre deux « lignées ».

Il semble qu'actuellement la nouvelle tendance aux États-Unis soit l'obtention de variétés synthétiques à partir des meilleures lignées. *US 226* par exemple, est une variété synthétique provenant du croisement, au stade multiplication, de 8 familles résistantes.

Les variétés synthétiques sont parfois utilisées à nouveau pour donner des « F_1 » commerciales : *US 216* × *226*, *US 225* × *226* (8).

En résumé il ne semble pas qu'il y ait une différence importante entre les variétés synthétiques américaines et les variétés européennes obtenues par croisement de familles en mélange.

L'application à la betterave des méthodes de sélection utilisées pour le maïs soulève de grosses difficultés et en est surtout au stade des expériences.

Les difficultés qu'entraîne le problème de l'autostérilité et l'impossibilité pratique de contrôler la pollinisation (problèmes qui seront envisagés plus loin) chez la betterave, ne sont pas encore entièrement résolus.

II. — LA SÉLECTION DE BETTERAVES POLYPLOIDES

A. Caractéristiques des betteraves polyploïdes

1° Tétraploïdes

Le nombre chromosomique normal de *Beta vulgaris* et de la plupart des espèces du genre *Beta* est : 2n = 18 chromosomes.

Dès les débuts de l'utilisation de la colchicine pour l'obtention de plantes tétraploïdes, des chercheurs de divers pays ont obtenu des betteraves tétraploïdes, en particulier par ordre chronologique Frandsen (61), Rasmusson et Levan (66), Schwanitz (70), Peto et Boyes (63), etc... (Pour une bibliographie détaillée, voir Ernould (60)).

Caractères morphologiques.

Du point de vue morphologique, les betteraves tétraploïdes ont en général des feuilles plus larges, un limbe plus arrondi, un pétiole plus court que les betteraves diploïdes. L'extrémité du limbe, qui forme un angle aigu chez les diploïdes, est souvent tronquée ou même échancrée chez les tétraploïdes, la feuille présentant de profil une sorte de mucron. Les stomates sont souvent plus grands chez les tétraploïdes. Ernould (60) donne comme moyenne de la longueur des stomates : 28 à 29 μ pour les diploïdes, et 43 μ pour les tétraploïdes. Nous avons obtenu les moyennes suivantes pour 5 familles tétraploïdes et 3 familles diploïdes ayant une origine commune :

	Diploïdes	Tétraploïdes
Longueur des stomates en μ	31,8	38,6
	30,5	38,6
	31,3	38,7
		40,0
		37,8

Le diamètre des grains de pollen est également plus élevé chez les tétraploïdes.

Les chiffres donnés par Ernould sont 19,9 μ et 26,7 μ pour les diploïdes et les tétraploïdes respectivement.

Les moyennes de comptages effectuées à Versailles sont 20 μ et 48 μ pour les diploïdes et les tétraploïdes respectivement.

Néanmoins, il est fréquent d'observer des exceptions, surtout en ce qui concerne les dimensions des stomates ; et d'autre part il peut y avoir, surtout pendant les premières générations qui suivent la polyploïdisation, des îlots de tissus diploïdes et tétraploïdes sur une même feuille. Ce fait est signalé presque unanimement (voir notamment von Rosen, 72). C'est pourquoi il n'existe pas de critères permettant de distinguer, à coup sûr, une plante tétraploïde d'une plante diploïde, en dehors du dénombrement des chromosomes.

Caractères physiologiques et rendement.

En ce qui concerne le cycle de développement, les betteraves tétraploïdes sont souvent considérées comme plus tardives. La lenteur de la croissance se manifesterait surtout pendant les stades jeunes. D'après SCHLOESSER (69) la teneur en matière sèche chez les tétraploïdes est inférieure à celle des diploïdes, aux stades jeunes (les valeurs données sont respectivement 7 à 11,5 p. 100 et 12 p. 100). L'opinion des divers auteurs est à peu près unanime en ce qui concerne les premières générations de tétraploïdes issues de plantes traitées à la colchicine : les rendements en poids de racines et en sucre des tétraploïdes sont généralement inférieurs, rarement égaux à celui des parents diploïdes.

Le nombre de plantes à l'hectare est souvent faible dans les parcelles de tétraploïdes. Ceci correspond à un taux de germination plus bas ou à une vigueur des jeunes plantules moindre chez les tétraploïdes.

Le pourcentage de montées en graines est souvent plus faible en culture normale chez les tétraploïdes que chez les diploïdes.

Entre les caractéristiques des familles diploïdes et celles des familles tétraploïdes correspondantes, il semble qu'il y ait une corrélation assez faible.

La variabilité paraît plus forte chez les tétraploïdes que chez les diploïdes. Les coefficients de variation du poids de racines cités par ARMSTRONG (59) sont 61,8 pour des tétraploïdes et 25,3 pour les diploïdes témoins. On peut espérer une amélioration par sélection.

D'après RASMUSSON (65) les tétraploïdes se sont montrés inférieurs aux diploïdes pendant les premières générations. Mais dans une série de familles provenant de deux plantes, l'écart entre diploïdes et tétraploïdes était devenu pratiquement nul à la 6e génération. L'effet d'hétérosis se manifestant chez les F_1, serait particulièrement important dans le cas des tétraploïdes. Certains croisements entre tétraploïdes seraient égaux ou supérieurs aux meilleures variétés diploïdes. RASMUSSON pense qu'il se produit une amélioration automatique des tétraploïdes au bout de quelques générations, même sans sélection.

On peut imaginer plusieurs raisons à l'infériorité des premières générations d'autotétraploïdes : une première explication est l'origine génétique restreinte des tétraploïdes ; la plupart des familles provenant d'une plante autofécondée ou de deux plantes croisées ensemble.

Une autre cause peut être les fréquents déséquilibres chromosomiques ou géniques existant chez les polyploïdes. De plus, en raison du faible nombre de plantes dont on dispose dans les premières générations, on est amené à conserver avec beaucoup de soins toutes les plantes même les plus chétives.

2° Triploïdes et Hybrides commerciaux

Peto et Boyes (63) au Canada furent les premiers à montrer que les betteraves triploïdes présentaient un rendement en poids de racines supérieur à celui des diploïdes parents. Depuis, malgré des résultats variables, il semble que ce fait soit établi. Mais dans des essais comparatifs portant sur des variétés commerciales, certaines variétés diploïdes peuvent avoir un rendement égal à celui des variétés triploïdes. A l'échelle commerciale, il n'est pas possible de produire des semences triplo des à 100 p. 100. Les glomérules récoltés en mélange sur des porte-graines diploïdes et tétraploïdes plantés côte à côte comprennent des triploïdes, des tétraploïdes et des diploïdes, en proportions variables. Rasmusson pense que les variétés commerciales peuvent contenir en moyenne 50 p. 100 de triploïdes environ.

L'obtention de variétés triploïdes est l'un des cas où il serait spécialement intéressant de pouvoir, dans l'avenir, utiliser la stérilité mâle pour la production de F_1 commerciales.

Indépendamment de leur rendement, les betteraves triploïdes présentent un autre avantage pour le sélectionneur : l'impossibilité pratique de leur multiplication directe, et la nécessité de recourir constamment pour leur obtention aux parents tétraploïdes et diploïdes, sauvegardent automatiquement les droits de l'obtenteur.

Afin de comparer les rendements de variétés commerciales « polyploïdes » et des témoins correspondant à la gamme des types E à Z, nous avons effectué, à Versailles en 1953, un essai comparatif disposé en blocs. Cet essai devra être répété pendant plusieurs années. Nous donnons les résultats dans le tableau VII, à titre indicatif. L'essai comprenait trois variétés polyploïdes, les trois témoins diploïdes de type N correspondant, une variété du type Z, une variété résistante au Cercospora et deux variétés de type E.

Tableau VII

Essai de Variétés polyploïdes, 1953

Variétés	Poids		Richesse		Rendement en sucre	
	en g par racine	en % de Klein N	en g par racine	en % de Klein N	en g par racine	en % de Klein N
Poly Beta	950	108	16,3	102	155	110
Klein N	875	100	16,0	100	140	100
Hilleshög P	965	110	15,2	95	147	104
Hilleshög N	840	96	15,2	95	128	91
Maribo P	895	102	16,1	100	144	103
Maribo N	860	98	16,3	102	140	100
Klein E	915	104	15,2	95	139	100
Beta K 91	870	99	15,3	96	133	95
Beta Y 19	750	86	15,3	96	115	82
Klein ZZ	660	75	17,9	112	118	84
Plus petite différence significative	82		0,5		13	

Les variétés qui donnent le plus fort rendement en poids de racines dans cet essai, sont les variétés polyploïdes *Klein Wanzleben E.*

Pour le rendement en sucre, seule *Klein Wanzleben Polyploïde* (Polybeta) est significativement supérieure à toutes les variétés diploïdes de l'essai. *Klein N*, *Klein E* et *Beta K 91* ne sont pas significativement inférieures à *Maribo P.*

L'intérêt principal des variétés polyploïdes résulte du fait que l'augmentation de poids qu'elles présentent par rapport aux variétés diploïdes ne s'accompagne pas nécessairement d'une diminution de la richesse. La polyploïdisation de types riches pourrait peut-être permettre l'obtention de variétés riches à poids assez élevé.

Il est possible que cette méthode d'amélioration puisse permettre de rompre, dans une certaine mesure, la corrélation inverse entre poids et richesse qui est une des difficultés de la sélection de la betterave.

PETO et BOYES avaient déjà émis l'hypothèse que le pourcentage de sucre contenu dans la racine ne décroît pas aussi rapidement chez les triploïdes que chez les diploïdes, quand le poids des racines augmente.

B. L'obtention des polyploïdes

Un programme de sélection de variétés polyploïdes pose les problèmes techniques suivants :

1° le choix de la méthode d'obtention des lignées tétraploïdes,

2° le tri des plantes tétraploïdes après dénombrement de leurs chromosomes,

3° le croisement des diploïdes et des tétraploïdes au stade production de la semence commerciale.

De plus, il est nécessaire d'effectuer des tests de valeur en association des familles tétraploïdes et diploïdes.

La production d'hybrides triploïdes n'est qu'un cas particulier de l'obtention de « variétés commerciales F_1 ».

Les hybrides triploïdes ne représentant qu'une partie de la semence commerciale, il est également nécessaire que les familles tétraploïdes et diploïdes utilisées comme parents, donnent elles-mêmes un rendement convenable.

1° Méthodes d'obtention et de tri des tétraploïdes

De nombreuses variantes du traitement à la colchicine ont été décrites. Les organes traités (jeunes plantules ou inflorescences), la concentration de la solution de colchicine, la durée du traitement, le stade atteint par la plante influent sur le pourcentage de tétraploïdes obtenus et de plantes tuées.

D'après H. Savitsky (67) l'augmentation de la durée du traitement par trempage au-delà de 7 h 1/2 ne présente pas d'intérêt. Différentes concentrations donneraient des résultats comparables en ce qui concerne le pourcentage de tétraploïdes obtenus, mais les solutions à 0,3 et 0,5 p.100 de colchicine assureraient à la fois un pourcentage assez élevé de tétraploïdes (10,5 et 16,6 p. 100) et une faible mortalité.

D'après le même auteur, l'âge de la plantule lors du traitement serait très important, les plantules les plus jeunes donnant le pourcentage le plus élevé de tétraploïdes.

Les deux méthodes les plus couramment employées consistent soit à badigeonner le bourgeon d'une plantule au stade deux cotylédons, soit à tremper les jeunes inflorescences pendant 24 heures dans une solution de colchicine à 1 p. 100. Von Rosen (72) a récemment décrit une nouvelle méthode qui consiste à provoquer des divisions cellulaires nombreuses par forçage des plantules en serre avant le traitement à la colchicine.

La seule méthode permettant de détecter sans risque d'erreur les tétraploïdes obtenus par traitement à la colchicine est le dénombrement des chromosomes à l'aide d'une technique cytologique.

Diverses méthodes de coloration permettant d'effectuer des numérations en série sur les très jeunes feuilles ou les jeunes racines ont été décrites par von Rosen (73, 74, 75).

2° L'obtention de F_1 commerciales triploïdes

La descendance d'une betterave tétraploïde entourée de diploïdes donne, en général, un pourcentage élevé de triploïdes. Mais pour que la production de « triploïdes » soit rentable on est obligé de récolter les graines en mélange sur les porte-graines tétraploïdes et diploïdes. Il serait nécessaire de rechercher quelle doit être la proportion optimum de porte-graines diploïdes et tétraploïdes dans le champ.

Matsumura et Mochizuki (62) donnent trois plans de plantations dans lesquels les porte-graines sont dans les rapports : 1 : 1, 1 : 3, 1 : 8. Ils conseillent, pour l'obtention de triploïdes à une grande échelle, de planter les porte-graines tétraploïdes et diploïdes dans le rapport 3 : 1 qui correspondrait à l'obtention de 75 p. 100 de triploïdes environ.

Conclusions

Il n'est pas possible, actuellement, de se faire une opinion définitive sur l'avenir des betteraves polyploïdes.

L'obtention d'hybrides triploïdes commerciaux nécessite :

1° l'obtention d'un très grand nombre de familles tétraploïdes d'origines aussi diverses que possible,

2° des tests de valeur en association des diverses familles diploïdes et tétraploïdes,

3° l'augmentation du taux de triploïdes dans les hybrides commerciaux serait souhaitable.

III. — LES CROISEMENTS INTERSPÉCIFIQUES

En dehors des croisements entre betterave sucrière et la sous-espèce *Beta maritima*, qui ont été souvent effectués, les hybridations interspécifiques sont souvent très difficiles à réaliser dans le genre *Beta*.

Certaines espèces n'ont jamais donné, à notre connaissance, de descendants fertiles en croisement avec la betterave sucrière.

STEWART (25) a effectué un croisement entre betterave sucrière et *B. procumbens*. Les graines récoltées sur le parent betterave sucrière ont donné des plantes F_1 présentant la plupart des caractères de *B. procumbens* y compris le caractère monogerme. Malheureusement, en raison de la stérilité de l'hybride, la descendance de ce croisement n'a pu être suivie au-delà de la deuxième génération de backcross.

D'après des renseignements non publiés, il semble que des hybrides F_1 entre betterave sucrière d'une part, et *B. patellaris* ou *B. lomatogona* d'autre part, ont été obtenus à plusieurs reprises. Mais le travail de sélection n'a pu être poursuivi en raison de la stérilité des hybrides.

Des croisements interspécifiques ont été également réalisés entre betterave sucrière et *B. trigyna* notamment par STEHLIK (24). Mais *B. trigyna* est hexaploïde (2n = 54 chromosomes). Il y a peu de chances pour que les croisements puissent donner une descendance fertile et stable.

D'autre part, les espèces sauvages du genre *Beta* ont, — ainsi que la plupart des espèces sauvages —, un rendement négligeable et de nombreux caractères défavorables : glomérules sclérenchymateux et durs, germant difficilement chez les *Corollinae* et les *Patellares*, racine presque cylindrique et fine chez *B. lomatogona*, tendance à donner des tiges rampantes chez *B. patellaris*, etc...

Pour toutes ces raisons, les sélectionneurs n'ont guère eu tendance à tenter des croisements interspécifiques sur une grande échelle.

Cependant, cette méthode de sélection pourrait, peut-être, présenter un intérêt, dans des cas particuliers : une résistance véritable à la jaunisse ou au nématode par exemple, ont peu de chances d'être trouvées chez la betterave cultivée. Il ne faut pas oublier que l'origine génétique de la betterave sucrière est particulièrement restreinte. Les croisements interspécifiques peuvent être un moyen d'enrichir le patrimoine héréditaire de la betterave de gènes nouveaux.

Cette méthode a déjà donné quelques résultats : les variétés italiennes

résistantes au Cercospora auraient partiellement pour origine les hybrides effectués par MUNERATI avec *B. maritima*. ZOSSIMOVITCH (40) a également effectué des croisements avec *Beta maritima* dans le but d'obtenir des familles résistantes au *Cercospora*. Nous avons observé chez des hybrides F_2 entre betterave sucrière et un écotype de *B. maritima* une certaine tolérance apparente à la jaunisse, se manifestant par des symptômes atténués.

Les croisements avec *B. maritima* ne peuvent d'ailleurs pas être considérés comme de véritables hybridations interspécifiques. L'obtention d'hybrides fertiles avec d'autres espèces sauvages et la sélection dans les descendances sont beaucoup plus aléatoires. Non seulement ce travail demandera beaucoup de temps, mais il est impossible de dire à l'avance si les croisements pourront présenter un intérêt pratique réel ou n'auront qu'un intérêt théorique.

Il est évident qu'un caractère intéressant tel que la résistance à une maladie n'est pas forcément l'apanage de toute une espèce. C'est pourquoi il est nécessaire dans une étape préliminaire de constituer des collections importantes d'espèces sauvages. Nous donnons dans le tableau ci-dessous quelques caractéristiques favorables ou défavorables du point de vue agronomique que l'on trouve chez les espèces les plus connues.

La synonymie et la systématique de ces espèces sont souvent discutées. Nous ne nous étendrons pas ici sur des considérations botaniques. Pour des raisons de commodité on peut rassembler ces espèces en trois groupes correspondant à des origines géographiques distinctes, d'après les classifications d'ULRICH et de ZOSSIMOVITCH (cités par ERNOULD, 13).

1° Le groupe des *Corollinae* est le groupe oriental. Ses espèces sont vivaces, résistantes au froid et à la sécheresse. Elles possèdent une rosette de feuilles plus ou moins lancéolées parfois bordées d'un liséré rouge (chez *B. lomatogona*). Le périanthe est souvent bordé d'une partie parcheminée blanchâtre. Les glomérules sont sclérenchymateux. Pour les faire germer on peut utiliser deux méthodes :

La méthode la plus sûre mais la plus laborieuse consiste à décortiquer les graines à l'aide d'un scalpel. On peut également limer les glomérules.

Lorsqu'on dispose d'une quantité importante de glomérules on peut obtenir un certain pourcentage de germination en trempant les glomérules dans l'acide sulfurique concentré. STEWART (27) aurait obtenu avec *B. trigyna* des taux de germination voisins de 15 p. 100 et 92 p. 100 après 3 heures et 5 heures de traitement par l'acide sulfurique.

Cette technique peut également être utilisée avec les espèces du groupe des *Patellares*, la durée de trempage devant être plus courte. Il est évident que le taux de germination dépend principalement du pourcentage de graines viables contenues dans les glomérules. Ce pourcentage est souvent très faible lorsqu'il s'agit de plantes autofécondées.

Tableau VIII

Caractéristiques de quelques espèces du genre Beta

		Nombre chromosomique *2n*	Origine géographique	Caractères intéressants permettant leur emploi comme géniteurs	Caractères défavorables
Groupe des Corollinae	B. lomatogona F et M	18 ou 36	Asie mineure.	monogerme, résistante à la sécheresse et au froid, peut-être une certaine tolérance à la jaunisse.	racine cylindrique, péricarpe sclérenchymateux.
	B. trigyna W et K	54	id.	résistante à la sécheresse et au froid.	id.
	B. corolliflora Zoss.	36	id.	id.	id.
Groupe des Vulgares	B. vulgaris L. ..... sous-espèces : Patula Macrocarpa Atriplicifolia, etc...	18	Côtes de la Méditerranée et de l'Atlantique. Asie mineure occidentale.	espèce très hétérogène présentant des caractères variables suivant les écotypes.	
Groupe des Patellares	B. patellaris M.	18	Ouest de l'Afrique du Nord, Canaries, Sud de l'Espagne.	monogerme, résistante au Cercospora, au nématode, peut-être tolérante à la jaunisse.	plante rampante, graines dures.
	B. procumbens C.....	18	Canaries, îles du Cap Vert	monogerme résistante au nématode.	id.
	B. webbiana M.	18	Iles Canaries	id.	id.

Chez *B. lomatogona* les racines sont généralement cylindriques, aussi larges — ou même plus larges — à leur extrémité inférieure qu'au niveau du collet.

Les poids des racines, la teneur en matière sèche et en sucre de 10 exemplaires de *B. lomatogona* provenant d'un semis de février et récoltés en octobre 1953 à Versailles étaient les suivants :

Poids moyen de la racine : 90 g.

Teneur en matière sèche (réfractomètre) : de 13,9 p. 100 à 14,5 p. 100.

Teneur en sucre (saccharimètre) : de 6,5 p. 100 à 7,5 p. 100.

Diamètre maximum de la racine : 2,4 cm.

Longueur de la racine du collet aux premières ramifications : (moyenne) 24 cm.

2° Le groupe des *Vulgares* comprend l'espèce très polymorphe *B. vulgaris* dont la répartition géographique englobe toute l'aire de dispersion du genre. Les caractéristiques morphologiques et physiologiques du groupe sont extrêmement variables suivant les écotypes. Les feuilles peuvent être lancéolées ou arrondies, petites ou assez grandes. Les plantes peuvent être annuelles ou bisannuelles. Il est évident que des croisements avec les betteraves sauvages du groupe de *B. maritima* ne présentent d'intérêt que si on a choisi les écotypes parents pour des raisons particulières.

3° Le groupe des *Patellares* est le groupe occidental. Les feuilles sont caractéristiques, plus ou moins triangulaires, épaisses. Les pièces du périanthe, petites, ne dépassent pas le fruit. Les semences sont monogermes, très dures. Les racines fibreuses, sont petites. Les espèces de ce groupe possèdent à la fois des caractères intéressants (résistance au nématode, au *Cercospora*, tolérance à la jaunisse, monogermie) et des caractères très défavorables.

Le croisement de ces espèces avec la betterave cultivée est difficilement réalisable.

Afin d'augmenter les chances d'obtention d'hybrides fertiles entre la betterave cultivée et les diverses espèces botaniques du genre *Beta* il serait spécialement intéressant d'effectuer des croisements entre plantes tétraploïdes, l'hybride obtenu devant être amphidiploïde. Nous avons effectué un croisement de ce type entre une betterave sucrière et un exemplaire tétraploïde de *Beta lomatogona* (19).

Malheureusement, en raison de la forte stérilité de la F_1 et du faible nombre des plantes F_2, nous ne pouvons affirmer que la descendance de ce croisement pourra être suivie. Notons que le caractère monogerme de *B. lomatogona* est récessif alors que le caractère monogerme de *B. procumbens* est dominant.

LES PROBLÈMES ANNEXES QUE POSE LA SÉLECTION DE LA BETTERAVE

I. — L'AUTOSTÉRILITÉ ET L'AUTOFERTILITÉ CHEZ LA BETTERAVE SUCRIÈRE

Les phénomènes d'autostérilité et d'autofertilité chez la betterave sucrière constituent un obstacle important à l'obtention de lignées autofécondées et au recroisement de ces lignées. Les difficultés se présentent à deux stades de la sélection.

Dans les populations de betterave, la proportion de plantes presque totalement autostériles, ou donnant peu de graines en autofécondation sous toile est généralement élevée. Dans l'ensemble des autofécondations faites à Versailles les pourcentages de plantes ayant donné moins de 5 g de glomérules étaient voisins de 50 p. 100 en 1951 et 1952, et de 27 p. 100 en 1953. Les pourcentages de plantes ayant donné moins de 10 g (et plus de 5 g) de glomérules étant 10 p. 100 en 1951, 13 p. 100 en 1952 et 27 p. 100 en 1953.

Du fait de l'autostérilité un certain nombre de combinaisons géniques intéressantes risquent d'être perdues.

Une deuxième difficulté, encore plus importante, se présente lors de la recombinaison des lignées. En effectuant des autofécondations répétées, on élimine, automatiquement les plantes autostériles et on sélectionne les plantes les plus autofertiles. Les lignées obtenues risquent donc d'être fortement autofertiles. Elles présentent en même temps une perte de vigueur et sont inutilisables directement. Leur croisement présente de grosses difficultés en raison de l'autofertilité.

Une explication du mécanisme de l'autostérilité et de l'autofertilité chez la betterave a été fournie par Owen (79) qui applique au cas de la betterave les travaux d'East sur la série allélique S provoquant l'incompatibilité chez le tabac.

Un grain de pollen possédant un allèle S_1 serait susceptible de germer sur un style de constitution génétique S_2S_3 par exemple, mais germerait mal ou trop lentement sur un style du type S_1S_x.

Pour interpréter les différences de comportement observées dans des croisements réciproques entre 3 clones, Owen suppose l'existence de deux séries d'allèles S et Z. Il existerait également un allèle d'autofertilité Sf.

D'après cette hypothèse, il serait relativement facile d'obtenir des lignées par autofécondation. Il suffirait d'introduire au préalable le gène Sf dans une grande partie du matériel à l'étude.

L'obtention de plantes autostériles serait beaucoup plus difficile. Ce problème est soluble lorsque le gène Sf est à l'état hétérozygote. Les

hybrides SfSx (autofertile) × SaSb (autostérile) donnent 50 p. 100 de plantes autostériles et 50 p. 100 de plantes autofertiles. On peut reconnaître les plantes autostériles en les autofécondant précocement sous manchon de toile ou sous sac en papier. Une méthode de détection des plantes autostériles à un stade précoce est décrite par H. SAVITSKY (85).

Mais pour maintenir les lignées à l'état hétérozygote, il serait nécessaire d'effectuer constamment des croisements en retour entre les plantes hétérozygotes SfSx et les plantes autostériles, et de garder les plantes autofertiles. Ce travail est pratiquement irréalisable.

Une remarque peut être faite à propos de l'hypothèse d'OWEN. Parmi les quelque 18 espèces chez lesquelles on a interprété les phénomènes d'incompatibilité sur la base d'une série d'allèles (WILLIAMS 86), seule *Beta vulgaris* est anémophile, les autres espèces étant entomophiles. D'autre part, les expériences d'OWEN ont porté sur un matériel très restreint. Il serait nécessaire de les vérifier sur un matériel plus important.

Une solution au problème de l'autofertilité des lignées autofécondées pourrait être l'utilisation de la stérilité mâle au stade commercial.

D'autre part, cette difficulté est moins importante tant que le matériel en sélection est constitué par des familles dans lesquelles on effectue des croisements frère × sœur.

II. — LA STÉRILITÉ MALE

L'utilisation de la stérilité mâle chez la betterave sucrière à l'échelle commerciale permettrait la culture de variétés contenant un taux de F_1 voisin de 100 p. 100 et l'application à la betterave des méthodes de sélection utilisées pour le maïs.

Aux U. S. A. la stérilité mâle, qui est utilisée à l'échelle commerciale pour la production de variétés d'oignons F_1, semble être au stade d'études préliminaires dans le cas de la betterave.

Son emploi pose des problèmes assez complexes. On connaît deux types de stérilité mâle chez la betterave : stérilité provoquée en partie par un facteur cytoplasmique, stérilité dépendant uniquement de facteurs génétiques.

Stérilité mâle cytoplasmique

La stérilité mâle d'origine cytoplasmique et transmise par le parent femelle à ses descendants, est spécialement intéressante d'un point de vue pratique. Elle permet d'une part, la conservation facile des lignées mâle-stériles, d'autre part, l'obtention de variétés commerciales contenant près de 100 p. 100 de F_1.

1° Le mécanisme de la stérilité mâle

Dans le cas de la betterave, comme dans la plupart des cas connus (oignon, maïs) la stérilité mâle d'origine cytoplasmique dépend également de facteurs génétiques.

L'interprétation schématique de la stérilité mâle chez la betterave a été donnée par OWEN (80) et peut être résumée de la façon suivante :

Les betteraves entièrement mâle-stériles possèdent à la fois un facteur cytoplasmique désigné par S (N désignera le cytoplasme normal) et deux gènes récessifs désignés par xx et zz. La constitution Nxxzz est appelée par OWEN type O, les plantes mâle-stériles étant Sxxzz.

Utilisé comme parent mâle en croisement avec des plantes mâle-stériles Sxxzz, le type O permet de récolter sur le parent femelle mâle-stérile 100 p. 100 de descendants mâle-stériles.

Ce mécanisme est, en réalité, plus compliqué encore pour plusieurs raisons :

Les hétérozygotes ont un comportement intermédiaire et sont partiellement mâle-stériles. Les facteurs du milieu pourraient, dans le cas des hétérozygotes, influer sur le degré de stérilité.

De plus, d'après OWEN, le gène X jouerait un rôle plus important que le gène Z. Les plantes NxxZz utilisées comme parent mâle en croisement avec des mâle-stériles pourraient, dans certaines conditions, donner une descendance presque entièrement mâle-stérile.

Cette particularité est un inconvénient quand on recherche, dans un ensemble de familles, les plantes de type O, pour les utiliser comme pollinisateurs mâles ; le gène Z (ou d'autres gènes conditionnels d'importance secondaire) pouvant passer inaperçus.

Il est possible que le schéma ne doive pas être considéré comme définitif.

2° La sélection de lignées mâle-stériles

L'ensemble d'un programme de sélection comprenant l'amélioration de lignées mâle-stériles et ayant pour but final l'obtention d'une variété commerciale F_1 produite par croisement d'une lignée mâle-stérile avec une autre lignée ou variété peut être décomposé schématiquement en 4 étapes :

a) La recherche dans un ensemble de familles présentant une bonne valeur culturale de plantes du type O susceptibles d'être utilisées comme parent mâle pour la conservation du caractère mâle-stérile.

Cette recherche nécessite des tests sur la descendance des plantes à trier :

On effectue une série de croisements sous toile (ou sous sacs en papier)

entre une plante mâle stérile et une plante à tester. Quelques rameaux de cette plante doivent être autofécondés sous manchon (on peut aussi couper la racine en deux parties, croiser l'une et autoféconder l'autre).

Il est également possible de conserver les plantes à tester par multiplication végétative.

Lorsque la descendance d'un croisement test donne 100 p. 100 de F_1 mâle-stériles, on peut conclure, avec Owen, que le parent mâle et par suite sa descendance autofécondée sont du type O, Nxxzz. Les plantes du type O serviront ensuite à la multiplication d'une série de nouvelles familles.

b) Les lignées mâle-stériles utilisées au départ présentent, souvent, un rendement médiocre ou des caractères défavorables.

On peut les améliorer par une série de « backcrosses » successifs avec une famille de type O ayant une bonne valeur culturale. Pendant les premières générations on peut réduire le cycle à un an et reprendre ensuite le cycle normal de deux ans en effectuant une sélection pour la richesse.

c) Avant de produire une F_1 commerciale il est nécessaire de savoir quelles sont, parmi un ensemble de familles du type O, celles qui donnent en croisement avec les lignées mâle-stériles, les meilleurs rendements. Il serait donc utile d'effectuer des tests destinés à évaluer la valeur en association des différentes lignées avec la lignée mâle-stérile.

d) La dernière étape est l'obtention de l'hybride commercial.

Ce programme de sélection exige un temps considérable. De plus, tel que nous l'avons présenté, ce schéma est quelque peu théorique. Sa réalisation soulève, en effet, des difficultés.

L'une d'elles réside dans le tri des pollinisateurs permettant la conservation du caractère mâle-stérile dans les « lignées ».

La descendance de plantes présumées du type O donne assez souvent en croisement avec des lignées mâle-stériles un certain pourcentage de plantes fertiles. Ce fait peut provenir de l'existence de gènes conditionnels mal connus ou d'une manifestation variable de l'un des deux gènes principaux, du gène Z notamment.

Par contre, un avantage pour le sélectionneur résulte du fait que les plantes hermaphrodites du type O seraient très fréquentes, d'après Owen dans les populations, tout au moins dans le matériel résistant au curly top étudié par les Américains.

Owen (82) cite un test ayant mis en évidence l'existence de 27 betteraves du type O sur 91 betteraves prises au hasard. La betterave étant bisannuelle, le tri des plantes du type O d'après le comportement de leur descendance s'échelonne normalement sur deux ans. Pour réduire cette durée à un an on peut utiliser une lignée mâle-stérile annuelle.

Le caractère annuel étant dominant, la F_1 monte rapidement à graines. Il semble que les hybrides mâle-stériles effectués par les Américains soient de deux types (d'après Johnson 16).

Lorsque les pollinisateurs mâles sont des lignées autofertiles homogènes, il est possible, en faisant des croisements en retour répétés entre la lignée mâle-stérile et une de ces lignées, d'obtenir un « équivalent mâle-stérile » d'une lignée autofertile de type O. Pour juger la « combining ability générale » des lignées mâle-stériles, on peut croiser ces lignées avec une variété. Ce croisement-test (qui est un « top-cross ») est facilement réalisable en pratique, en intercalant entre les lignes de plantes mâle-stériles une ligne de la variété. Ce top-cross est également valable dans ce cas pour les équivalents de type O des lignées mâle-stériles, à condition qu'il soit effectué au bout d'un nombre suffisant de « back-crosses ». Au stade de la multiplication de l'hybride commercial, la « lignée mâle-stérile » doit être entièrement « mâle-stérile ».

Ce cas paraissant rarement réalisé d'une manière absolue, il semble qu'en pratique les Américains éliminent dans un champ les rameaux fertiles.

Il suffirait en effet d'une assez faible quantité de semences produites par autofécondation de ces lignées à faible rendement pour compenser l'avantage retiré de l'utilisation de l'hétérosis.

Les pollinisateurs mâles peuvent être également des familles plus ou moins autostériles, présentant par suite un degré d'hétérozygotie plus élevé que dans le cas précédent. Il est moins indispensable, dans ce cas, que les lignées mâle-stériles multipliées par croisement avec des familles de ce type soient absolument mâle-stériles, bien que ce soit souhaitable. La proportion de semences obtenues par autofécondation serait en effet plus faible que dans le cas précédent, lorsqu'on n'élimine pas les rameaux fertiles.

Par contre on éprouve, dans ce cas, des difficultés pour tester la combining ability des pollinisateurs mâles du type O puisque ces derniers ne sont pas des « équivalents » des lignées mâle-stériles.

Des top-crosses effectués avec une famille (de préférence à une lignée inbred) mâle-stérile sont pratiquement irréalisables, puisqu'il faudrait avoir autant d'isolements que de lignées à tester, à moins d'effectuer les croisements sous toile.

Dans le cas où l'on réaliserait des hybrides à trois voies du type $(A \times B) \times C$, A devrait être une lignée mâle-stérile, B une lignée différente, du type O, et C une lignée ayant une bonne « combining ability générale ».

La multiplication des semences, au stade commercial, présenterait une autre difficulté pratique. Pour obtenir 100 p. 100 de F_1, il serait nécessaire de disposer dans le champ les plantes mâle-stériles et le parent mâle en bandes alternées, séparées par un espace vide pour faciliter la récolte. Le pollinisateur mâle devant être éliminé, une partie du champ serait pratiquement improductive.

La double nécessité d'utiliser le témoin au maximum et d'assurer

cependant une bonne pollinisation des plantes mâle-stériles, rend nécessaire des essais, destinés à évaluer la largeur optimum des deux bandes. CAMPBELL (77) aurait obtenu de bons rendements et un taux de germination élevé avec diverses dispositions dans lesquelles les pourcentages de pollinisateurs mâles variaient de 9,4 à 22,2 p. 100.

En conclusion, il est possible que, dans l'avenir, la stérilité mâle puisse apporter une solution au problème du croisement des lignées autofertiles. Mais actuellement, l'utilisation de la stérilité mâle chez la betterave semble surtout être au stade de l'expérimentation et des hypothèses.

Il serait néanmoins intéressant :

1° de vérifier l'hypothèse d'OWEN sur un matériel abondant ;

2° de réunir le plus grand nombre possible de familles ou de lignées de type O ;

3° d'obtenir par recroisements successifs des équivalents mâle-stériles des familles de type O les plus intéressantes.

III. — DÉTERMINISME DE LA MONTÉE A GRAINES ET SÉLECTION

La connaissance des facteurs qui influent sur le déclenchement des processus entraînant les phénomènes de reproduction est indispensable au sélectionneur. Ce dernier les utilisera pour atteindre deux objectifs différents :

— la sélection de variétés montant difficilement à graines en culture normale ;

— le raccourcissement du cycle de développement au début d'un long travail de sélection.

Une abondante bibliographie existe sur les facteurs déterminant la montée à graines chez la betterave. Nous résumerons de façon succincte les principales données sur cette question. Les principaux facteurs qui influent sur le déclenchement des phénomènes de reproduction sont la température et la durée journalière d'éclairement ou photopériode.

Mais il est possible que des facteurs agissant sur la croissance (tels que le repiquage ou l'action des nitrates) puissent modifier l'influence des facteurs principaux.

De plus, il y a des interactions entre températures et photopériodes.

A. Les données théoriques

1° Influence de la température

Divers auteurs ont mis en évidence les notions de température optimum et de températures inhibitrices. Dès 1917, SHAW (104) influencé par

les travaux de KLEBS a montré que les basses températures déclenchaient la montée à graines chez la betterave. Les températures efficaces sont comprises entre 2° et 10°, les températures plus basses provoquant un état de dormance. PACK (102) cite la température de 4°4 comme optimum, la température de 0° étant inhibitrice. En transportant dehors, à différentes époques de l'année, des betteraves maintenues au préalable à 4° en serre froide, il obtint, suivant les dates, tous les intermédiaires entre la croissance purement végétative et la reproduction.

D'après STOUT (105) les températures les plus favorables se situent entre 6° et 9°.

Une autre notion importante est celle de réversibilité du phénomène (dévernalisation) sous l'action des températures élevées. CHROBOCZEK (91) a pu chez une même betterave potagère déclencher, puis arrêter la montée plusieurs fois de suite. OWEN (100) a également utilisé cette méthode pour faire des boutures à partir de porte-graines au stade semi-végétatif. STOUT (105) transplante en janvier en serre, à des températures variables, des betteraves cultivées en champ dans l'Utah, et ayant subi une certaine induction thermique naturelle. Par rapport aux betteraves témoins demeurées dans le champ, les betteraves maintenues à 17°-18° pendant 10 jours présentèrent un ralentissement de la montée, mais toutes montèrent en 51 jours au maximum. Les plantes maintenues à 23-24° pendant 21 jours donnèrent 20 p. 100 de montées après 51 jours.

D'après le même auteur, la réversibilité du phénomène se manifesterait dès la température de 10-12°. Elle se produirait avec la même intensité pour des betteraves conservées à 13°2 pendant 36 jours que pour celles maintenues à 19°3 pendant 17 jours. Selon les variétés, il y aurait des différences de comportement aux diverses températures.

2° Influence de la photopériode

La betterave est une plante de jours longs.

L'augmentation artificielle de la durée d'éclairement permet de hâter la montée. CHROBOCZEK (91) a pu faire monter des betteraves avec une durée d'éclairement de 8 heures accompagnée de températures basses.

Des photopériodes supérieures à 15 heures et allant jusqu'à l'illumination continue, favorisent la montée. Il n'est pas impossible que l'intensité d'éclairement joue un rôle secondaire. D'après CHROBOCZEK, le pourcentage de montées est plus élevé, lorsque les plantes sont placées à 65 cm environ de la source lumineuse que quand elles se trouvent à 110 cm environ de cette source.

La nature de la lumière jouerait un rôle appréciable. DOXTATOR (cité par BORTHWICK et PARKER, 89) a utilisé avec succès des lampes à

incandescence pour déclencher la montée en serre en hiver. Dans une serre équipée avec des lampes à fluorescence, les betteraves cultivées dans les mêmes conditions ne montaient pas. D'après BORTHWICK et PARKER (89) toutes les longueurs d'ondes du spectre visible peuvent être utilisées, à condition que la quantité d'énergie soit suffisante, mais le rayonnement bleu est beaucoup moins efficace que le rouge.

3° Influence du stade atteint par la plante lors des traitements

Il semble d'après les expériences de divers auteurs que les températures relativement basses ou les photopériodes longues déclenchent la montée moins vite chez les plantes très jeunes que sur des plantes plus âgées. CHROBOCZEK soumet 6 lots de plantes âgées respectivement de 14, 24, 34, 44, 54 et 64 jours à des photopériodes longues. Les plantes les plus âgées montèrent le plus vite. Entre la date de la montée de la plante la plus précoce de chacun des deux lots extrêmes, il y eut environ une semaine d'écart alors que l'âge des deux lots différait de 50 jours. Les résultats sont comparables lorsqu'il s'agit de l'action des basses températures. Des expériences du même auteur portant sur des plantes de même âge mais de tailles différentes semblent montrer que le facteur important ne serait pas la taille des plantes.

Des essais de « printanisation » portant sur des glomérules ou des jeunes plantules ont été réalisés à plusieurs reprises chez la betterave. De ces divers travaux il ressort que la printanisation de glomérules en voie de germination est possible, mais l'effet est d'autant plus marqué que la plantule est plus âgée.

D'après OWEN, CARSNER et STOUT (101) un semis de glomérules non germés à Salt Lake City effectué en mai a donné 0 p. 100 de montées, un semis du 16 mars donnant 22 p. 100 de montées.

Ces résultats sont à rapprocher des essais que nous avons effectués à Versailles, en 1949. Un lot de graines a été printanisé en frigidaire réglé à une température voisine de + 2°C, du 1er février au 1er mars.

A la fin du traitement, les glomérules germaient à peine. Ces glomérules ont été semés le 1er mars à côté d'un témoin non printanisé semé à la même date et d'un témoin semé le 1er février. Les p. 100 de montées en juillet furent les suivants :

Variétés	Kuhn	Say
Témoin semé le 1-3	13	12
Lot printanisé 30 jours, semé le 1er mars	28	23
Témoin semé le 1-2	45	44

Lorsque la date de semis est trop tardive, il semble qu'une printanisation même longue est insuffisante. En 1949, à partir du 15 mars des semis

de plantes printanisées pendant des durées allant de 30 à 56 jours donnèrent des p. 100 de montées faibles ou nuls :

	% de montées
Semis du 15 mars :	—
Témoin non printanisé	5
Lot printanisé 30 jrs	4,5
Lot printanisé 45 jrs	4
Semis du 10 mars :	
Lot printanisé 30 jrs	0
Lot printanisé 50 jrs	0

Il semblerait qu'une printanisation au stade glomérules germant soit insuffisante pour déclencher la montée, si une certaine printanisation naturelle ne se produit pas.

Par contre, si le semis a lieu à une date à laquelle les plantes témoins non printanisées donne un certain p. 100 de montées, le p. 100 est augmenté par la printanisation.

B. Les applications pratiques

1° Sélection pour la résistance à la montée

La méthode consiste à placer les plantes dans des conditions favorables à la montée et à éliminer celles qui montent les premières. Depuis longtemps les sélectionneurs éliminent les familles qui donnent en semis de février ou de début mars un p. 100 trop élevé de montées.

Ils utilisent, par cette pratique, les températures basses de la fin de l'hiver. Il est possible d'accroître l'efficacité de cette sélection en semant les plantes en décembre en serre, et en les maintenant à une température inférieure à 10° avec si possible une photopériode de 18 heures. On effectue le repiquage en mars.

Une difficulté peut se présenter au sélectionneur : s'il a obtenu une variété montant à graines très tardivement, sa multiplication peut nécessiter une printanisation supplémentaire. C'est un obstacle du même ordre que l'on rencontre lorsqu'on veut croiser la lignée monogerme *SLC 101*, dont la montée est normalement très tardive, avec une betterave sucrière normale. On est obligé de fournir une induction photothermique supplémentaire à la lignée monogerme, soit naturellement en effectuant des semis en champ en juillet, soit en utilisant une serre conditionnée.

Même dans ces conditions, il se peut qu'une partie seulement des plantes montent à graines. De plus, il est prudent de soumettre également les betteraves sucrières que l'on veut croiser à des conditions de températures variables, de manière à avoir toute une gamme de dates de floraison.

La printanisation naturelle peut également jouer contre le sélectionneur. Dans certains états de l'ouest des États-Unis (Californie, par exemple) où les conditions climatiques sont défavorables à la montée (température élevée), l' « overwintering » (semis en été, en plein champ

et récolte des graines l'été suivant, les plantes passant l'hiver dans le champ) entraîne une sélection naturelle à rebours. Seules les plantes qui ont tendance à monter facilement arrivent à produire des graines. C'est ce qui se passerait probablement en France si la culture des porte-graines se pratiquait dans le midi.

C'est également pour cette raison que les variétés résistantes au *Cercospora*, américaines, italiennes ou espagnoles, présentent un pourcentage élevé de montées, en culture normale.

La sélection pour la résistance à la montée ne présente pas d'obstacles importants pour le sélectionneur, mais elle peut nécessiter un équipement en serres.

2° Réduction de la durée du cycle de développement

En utilisant les données actuelles sur l'influence de la température et de la durée journalière d'éclairement sur le déclenchement de la reproduction, on peut réduire le cycle de développement de la betterave, dont la durée est de deux ans dans la pratique courante.

Il est évident que lorsqu'on réduit à un an le cycle de développement il n'est plus possible de faire d'analyses et par suite, de sélection pour la richesse en sucre. On ne peut donc diminuer la durée du cycle de développement que dans des cas particuliers, par exemple au cours d'une série de croisements en retour entre un géniteur sans valeur culturale et des betteraves riches. Il est nécessaire de reprendre le cycle normal, avec sélection après quelques générations.

Lorsqu'on dispose de serres ou de locaux conditionnés dans lesquels on peut régler température et durée journalière d'éclairement, il semble possible d'obtenir à la limite, deux générations en un an.

La technique indiquée par GASKILL (94) concorde avec les données de la plupart des auteurs. Elle comprend 3 phases successives :

a) le semis est effectué en serre chaude, éclairée toute la nuit par des lampes à incandescence de 150 watts avec réflecteur placées à 70 cm des plantes, environ.

b) au bout de deux semaines les pots sont transportés dans un local éclairé constamment par une lumière artificielle du même type que précédemment et maintenue à une température de 7° à 10°.

Pendant cette période, GASKILL rapproche les lampes à 50 cm des plantes.

c) au bout de 10 à 13 semaines, les plantes sont transportées en serre. Un repiquage permet d'obtenir des plantes plus vigoureuses mais risque de retarder la floraison. Il est recommandé de fournir un supplément de lumière artificielle. Les températures moyennes doivent être comprises entre 18 et 20° pendant le jour et ne dépasser 25° qu'exceptionnellement

(pour éviter la dévernalisation). La température nocturne peut descendre à 15° au moins. Les précautions concernant les températures sont surtout nécessaires au début de cette période.

Lorsque les plantes sont montées et présentent des ébauches florales, les températures peuvent être plus élevées.

D'après GASKILL, les graines seraient récoltables 12 à 13 semaines après la fin de la seconde phase du traitement.

Ajoutons qu'il est indispensable d'utiliser des lampes à incandescence et non des lampes à fluorescence.

Cette technique présente deux inconvénients : elle nécessite une installation coûteuse. Les plantes montant très précocement sont chétives et donnent peu de graines.

Il peut être également intéressant pour le sélectionneur de provoquer une induction photothermique chez des betteraves plus âgées, prises dans le champ en juillet. A condition de disposer de locaux aménagés, il est possible en maintenant les plantes en lumière continue à une température relativement basse (ne dépassant pas 15°) d'abord, puis plus élevée ensuite, de faire fleurir les plantes en hiver en serre et de récolter les graines à la fin du printemps.

Cette méthode permettrait de gagner du temps lorsqu'on a effectué une prospection de plantes peu sensibles à une maladie, par exemple.

Au début d'un travail de sélection on peut facilement obtenir une génération par an, sans aucune installation spéciale, en semant le champ en juillet-août. Cette méthode (« overwintering method ») ou culture directe, est appliquée sur une grande échelle dans les états de l'ouest des États-Unis et sur une petite échelle dans les pays de l'ouest de l'Europe pour la multiplication des semences.

Il semble que la betterave soit moins sensible au froid qu'on le pense généralement, si elle a pu subir un endurcissement progressif.

Le stade atteint par la plante au moment où surviennent les gelées a une grande importance.

Les observations effectuées pendant plusieurs années à Versailles nous ont montré que les plantes ayant moins de 8 feuilles au début de l'hiver étaient souvent détruites ; les plantes ayant plus de 12 feuilles peuvent résister à des gelées de l'ordre de — 10°.

La meilleure méthode consiste à semer en chassis, qu'on peut recouvrir par grand froid, et à repiquer tôt au printemps.

CONCLUSIONS

Pendant une assez longue période, la sélection de la betterave sucrière en Europe n'a progressé que lentement. Dans la plupart des cas, les objectifs étaient limités.

Les deux objectifs principaux, l'augmentation de la richesse en sucre et du poids des racines semblaient un peu illusoires, pour deux raisons :

— d'une part, il existe une corrélation inverse entre la richesse en sucre et le poids des racines ;

— d'autre part, la richesse en sucre semble avoir atteint un palier. On ne peut dire si ce palier a uniquement des causes physiologiques ou s'il provient pour une part des méthodes de sélection employées. Les familles très riches en sucre proviennent d'une sélection massale poussée ou de croisements frère × sœur répétés. De plus, il est probable que beaucoup d'entre elles ont une origine commune. Même si l'on produit une variété synthétique avec plusieurs familles riches, l'origine génétique restreinte du matériel pourrait peut-être expliquer partiellement le développement végétatif et le rendement en poids relativement faibles de la variété riche obtenue. Cette explication, hypothétique dans le cas de la richesse, est certainement valable dans le cas des variétés résistantes au *Cercospora*, et peu productives.

Seule la combinaison de familles riches d'origines réellement diverses pourrait, peut-être, permettre une augmentation du poids des variétés riches, si toutefois la coexistence de ces deux caractéristiques (poids et richesse) sur une même plante ne correspond pas à une impossibilité physiologique.

Indépendamment d'une sélection surtout conservatrice pour la richesse et le poids, des améliorations certaines ont été apportées en ce qui concerne la forme de la racine, le pourcentage de montées à graines en semis normal, les caractéristiques technologiques (pureté).

Mais actuellement, des problèmes nouveaux, concernant à la fois les objectifs et les méthodes de sélection, se posent au sélectionneur de betterave sucrière.

C'est surtout depuis quelques années qu'on s'est aperçu que les pertes de rendement occasionnées par des maladies telles que la jaunisse et le Cercospora étaient importantes. La sélection pour la résistance à ces maladies est un moyen d'accroître indirectement les rendements et surtout de tendre à leur régularisation d'une année à l'autre.

D'autre part, la betterave sucrière est l'une des rares plantes cultivées chez lesquelles la polyploïdie semble correspondre à une augmentation des rendements, surtout sensible chez les triploïdes.

L'utilisation de triploïdes entraîne nécessairement l'obtention de « F_1 commerciales ».

La nécessité de la sélection de familles homogènes résistantes aux maladies et l'obtention de F_1 commerciales contenant un pourcentage élevé de triploïdes risquent d'entraîner certaines modifications dans les techniques de sélection.

Ce sont ces tendances nouvelles dans les objectifs et les méthodes

de sélection que nous avons examinées successivement ici, d'une manière assez succincte. Nous avons volontairement passé sous silence certaines questions moins importantes, l'objet de cette publication étant de donner une vue d'ensemble des principaux problèmes posés actuellement par l'amélioration de la betterave sucrière en France.

BIBLIOGRAPHIE

Généralités

(1) Bougy (E.). — Dissociation en F7 de l'hybride Vauriac × Vilmorin A. *Publ. Ibab Tirlemont*, **3**, 65-67, 1951.

(2) Bouillenne (R.), Kronacher (P.) et De Roubaix (J.). — Etapes morphologiques et chimiques dans le cycle végétatif de la betterave sucrière. *Publ. Ibab.*, **8**, 87-166, 1940.

(3) Brewbaker (H. E.) et Mc Greevy (B. F.). — A critical study of family and group breeding methods for sugar beets. *Proceed. amer. Soc. Sugar beet techn.*, 42-50, 1938.

(4) Brewbaker (H. E.) et Wood (R. R.). — A preliminary test of a modified gamete selection method for breeding sugar beets. *Proceed. amer. Soc. sugar beet techn.*, 162-165, 1948.

(5) Bruinsma (J. R.). — Onderzoek over de variabiliteit van het wortelgewicht van Suikerbieten. *Mededel. Inst. voor rationele Suikerprod*, 16-26, 68-82, 1946.

(6) Carsner (E.) et al. — Curly top resistance in sugar beets and tests of the resistant variety US1. *Us dept agric. techn. bull.*, **360**, 68 p., 1933.

(7) Coons (G. H.). — The sugar beet : product of Science. *The Sci. Monthly*, **68**, 3, 149-164, 1949.

(8) Coons (G. H.) et al. — Report on 1949 tests of US 216 × 225 and other varieties from sugar beet leaf spot resistance breeding investigations of the US department of agriculture. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 209-217, 1950.

(9) Deming (G. W.). — A comparison of selected and advanced generations of hybrid beet strain 520. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 190-196, 1946.

(10) Deming (G. W.). — Breeding sugar beets with root conformation adapted to machine harvest. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 187-191, 1948.

(11) Deming (G. W.). — Recent results with sugar beet red garden beet hybrids. *Proceed. Amer. Soc. of sugar beet techn.*, 180-183, 1950.

(12) Doxtator (C. W.) et Skuderna (A. W.). — Some crossing experiments with sugar beets. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 325-335, 1942.

(13) Ernould (L.). — Les espèces botaniques du genre Beta. *Publ. Ibab*, **4**, 219-254, 1945.

(14) Ernould (L.). — Obtention de polyploïdes de l'espèce Beta patellaris. *I. I. R. B.*, **10**, 1947.

(15) Hull (F. H.). — Recurrent selection for specific combining ability. *J. Amer. Soc. agron.*, **37**, 341-351, 1945.

(16) Johnson (R. T.). — A comparison between corn and sugar beet breeding methods. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 296-306, 1952.

(17) Keller (W.). — Inheritance of some major color types in beets. *J. Agr. res.*, **52**, 27-28, 1936.

(18) Kohls (H. L.). — A genetic study of 17 F_1 hybrids and their inbred parents. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 165-170, 1950.

(19) MARGARA (J.). — Sur l'obtention d'un hybride amphidiploïde entre B. vulgaris L. et B. lomatogona F. et M., *CR. Acad. Sci.*, **237**, 863-868, 1953.
(20) OWEN (F. V.) et RYSER (G. K.). — Some mendelian characters in *Beta vulgaris* and linkages observed in the YRB group. *J. Agr. res.*, **65**, 155-171, 1942.
(21) PACK (D. A.). — Selection characters as correlated in the percentage of sucrose weight and sugar content of beets. *J. Agr. res.*, **40**, 523-546, 1930.
(22) SCHNEIDER (F.) — Züchtung der Betarüben. *Handbuch für Pfl.*, **4**, 81-95, 1939.
(23) SKUDERNA (A. W.) et al. — Evaluation of sugar beet types in certain sugar-beet-growing districts in the U. S. *U. S. dept agr. circ.*, **476**, 1938.
(24) STEHLIK (V.). — Essais de croisement de betterave sucrière avec *B. trigyna.*, *Publ. Ibab*, **15**, 103-112, 1947.
(25) STEWART (D.). — Sugar beet × *Beta procumbens*, the F_1 and backcross generations. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 176-179, 1950.
(26) STEWART (D.). — Some effects of inbreeding in sugar beets. *J. Amer. Soc. Agron.*, **25**, 237-258, 1933.
(27) STEWART (D.). — Sulphuric acid and scarrification of seedballs of *Beta trigyna* and other *Beta* sp. *Proceed. Amer. Soc. Sugar beet techn.*, 100-102, 1950.
(28) STEWART (D.), LAVIS (C. A.) et COONS (G. H.). — Hybrid vigor in sugar beets. *J. Agr. res.*, **60**, 715-738, 1940.
(29) STEWART (D.), GASKILL (J. O.) et COONS (G. H.). — Heterosis in sugar beet single crosses. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 210-222, 1946.
(30) THOMPSON (R. C.). — Influence of various factors on the shape of beet roots. *J. Agr. res.*, **58**, 733-49, 1939.
(31) VILMORIN (J. L.). — L'hérédité chez la betterave cultivée. Gauthiers-Villars, Paris, 1923.

Résistance au Cercospora

(32) ALDROVANDI (A.). — La cercospora della barbabietola da zucchero in Italia. Zuccherrificio e raffineria di Pontelongo. Padova, 45 p., 1952.
(33) BREWBAKER (H. E.), BUSH (H. L.) et WOOD (R. R.). — A quarter century of progress in sugar beet improvement by the Great western sugar Company. *Proceed. Amer. Soc. Sugar beet techn.*, 202-207, 1950.
(34) COONS (G. H.). — Sugar beet disease control progressing towards solution. *U. S. dept. Agr. yearbook*, 557-559, 1928.
(35) COONS (G. H.) et al. — Report on 1941 tests of U. S. 200 × 215, U.S. 215 × 216, and other varieties arising in leafspot resistance breeding investigations of the U. S. departm. of agric., *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 356-364, 1942.
(36) COONS (G. H.) et al. — Report of 1949 tests of U. S. 216 × 225 and other varieties from sugar beet leaf spot resistance breeding investigations of the U. S. department of agriculture. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 209-217, 1950.
(37) MARGARA (J.). — Problèmes posés par la sélection de variétés de betteraves sucrières résistantes au *Cercospora*. *I. I. R. B.*, **15**, 1952.
(38) MARGARA (J.). — Comportement des variétés de betteraves sucrières à l'égard du *Cercospora*. Problèmes que pose l'obtention de types résistants. *Ann. Amel. Pl., I. N. R. A.*, **2**, 215-229, 1952.
(39) MARGARA (J.), CAGNIART (J.) et TOUVIN (H.). — Essais effectués en 1952 sur le comportement des variétés de betteraves sucrières à l'égard du *Cercospora*. *Ann. Amel. Pl., I. N. R. A.*, **1**, 43-55, 1953.
(40) ZOSSIMOVITCH (V. P.). — New hybrid between wild and sugar beets resistant to Cercospora. dans *Biol. Abstr.*, **12**, 514, 1940.

Jaunisse

(41) Coons (G. H.). — Sugar beet virus yellows situation in the United States. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 540-548, 1952.
(42) Coons (G. H.) et Kotila (J. E.). — Virus yellows of sugar beets and tests for its occurence in United States (Abstr.) Phytopath., **41**, 559, 1951.
(43) Hale (J. B.), Watson (M. A.) et Hull (R.). — Some causes of chlorosis and necrosis of sugar beet foliage. *Ann. appl. Biol.*, **33**, 13-28, 1946.
(44) Hull (R.). — Control of virus yellows in sugar beet seed crops. *J. roy. Agric. Soc. of England*, **113**, 86-102, 1952.
(45) Hull (R.) et Gates (L. F.). — Experiments on the control of beet yellows virus in sugar beet seed crops by insecticidal sprays. *Ann. Appl. Biol.*, **40**, 60-78, 1953.
(46) Limasset (P.) et Grente (J.). — Influence de la jaunisse sur le rendement des betteraves industrielles. *I. I. R. B.*, **14**, 1951.
(47) Rietberg (H.). — Virus yellows in western Europe. *Proceed Amer. Soc. sugar beet techn.*, 536-539, 1952.
(48) Watson (M. A.), Watson (D. J.) et Hull (R.). — Factors affecting the loss of yield of sugar beet caused by beet yellows virus. *J. Agric. Sci.*, **36**, 151-166, 1946.

Monogermes

(49) Murphy (A. M.) et Savitsky (V. F.). — Breeding for resistance to curly top in hybrids with monogerm beets. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 387-389, 1952.
(50) Ryser (G. K.) et Savitsky (V. F.). — Sugar percent in progenies derived from hybrids to monogerm sugar beets. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 354-359, 1952.
(51) Savitsky (H.). — Embryology of mono and multigerm fruits in the genus *Beta* L. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 160-164, 1950.
(52) Savitsky (H.). — Selective fertilization studies and recovery of self sterile and self fertile races of monogerm sugar beets. *Proceed. Amer. Soc. Sugar beet techn.*, 339-343, 1952.
(53) Savitsky (V. F.). — A genetic study of monogerm and multigerm characters in beets. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 331-338, 1952.
(54) Savitsky (V. F.). — Monogerm sugar beets in the United States. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 156-159, 1950.
(55) Savitsky (V. F.). — Methods and results of breeding work with monogerm beets. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 344-350, 1952.
(56) Stewart (D.). — Observations on F_2 and F_3 generations of the sugar beet hybrid, leaf spot resistant multigerm × monogerm S. L. C. 101. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 364-370, 1952.

Polyploïdie

(57) Abegg (F. A.). — Evaluation of polyploïd strains derived from curly top resistant and leaf spot resistant sugar beet varieties. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 309-320, 1942.
(58) Abegg (F. A.), Stewart (D.) et Coons (G. H.). — Further studies on sugar beet autotetraploïds. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 223-229, 1946.
(59) Armstrong (J. M.). — Production and value of polyploïd field roots. *Sci., Agric.*, **22**, 787-798.
(60) Ernould (L.). — L'autopolyploïdie expérimentale chez la betterave. *Publ. I. B. A. B., Tirlemont*, **14**, 205-269, 1946.
(61) Frandsen (K. L.). — Colchicine induced polyploïds in Beta vulgaris. *Der Zuchter*, II, 17-19, 1939.

(62) MATSUMURA (S.) et MOCHIZUKI (A.). — Improvement of sugar beet by means of induced triploïdy *The japanese J. of Genetics*, **28**, 47-56, 1953.
(63) PETO (F. H.) et BOYES (J. W.). — Comparison of diploïd and triploïd sugar beets. *Can. J. res.*, **18**, C, 273-282, 1940.
(64) PETO (F. H.) et HILL (K. W.). — Colchicine treatment of sugar beets and the yielding capacity of the resulting polyploïds. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 281-295, 1942.
(65) RASMUSSON (J.). — Autotetraploïd sugar beets. Vitality changes in subsequent generations. *Hereditas*, **39**, 257-269, 1953.
(66) RASMUSSON (J.) et LEVAN (H.). — Tetraploïd sugar beets from colchicine treatments. *Hereditas*, **25**, 97-102, 1939.
(67) SAVITSKY (H.). — Polyploïd sugar beets. Cytological study and method of production. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 470-476, 1952.
(68) SCHLOESSER (L. A.). — Untersuchungen an autoploïden Zuckerruben. *Zeitschrift Zucker-Industrie*, **90**, 88-106, 1940.
(69) SCHLOESSER (L. A.). — Polyploïdie bei Zuckerruben. *C. R., I. I. R. B.*, **16**, 1952.
(70) SCHWANITZ (F.). — The production of polyploïd strains of sugar beets by colchicine treatments. *Der Zuchter*, **10**, 278-279, 1938.
(71) STEWART (D.) et GASKILL (J. O.). — Results of field tests with triploïd sugar beets in 1951. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 452-453, 1952.
(72) VON ROSEN (G.). — Problems and methods in the production of tetraploïds within the genus *Beta*. *Socker Handlingar*, **5**, 197-217, 1949.
(73) VON ROSEN (G.). — A rapid method for sorting polyploïd material. *Hereditas*, **32**, 129-130, 1946.
(74) VON ROSEN (G.). — Chromosomes determination in root-tips and leaves by the rapid orcein method. *Hereditas*, **32**, 551-554, 1946.
(75) VON ROSEN (G.). — The rapid nigrosin method for chromosome counts, applicable to all the growing tissues of the plant. *Hereditas*, **33**, 567-570, 1947.

Stérilité

(76) ARTSCHWAGER (R.). — Pollen degeneration in male sterile sugar beets with special reference to the vegetal plasmodium. *J. Agric. res.*, **75**, 191-197, 1947.
(77) CAMPBELL (S. C.). — Methods of utilizing the male sterile factor in sugar beet seed production. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 187-190, 1950.
(78) MAGRUDER (R.). — Self sterility and fertility in garden beets as indicated by seed production under paper bags. *Amer. Soc. Hort. Sci. Proceed.*, **28**, 328-331, 1931.
(79) OWEN (F. V.). — Inheritance of cross and self sterility in Beta vulgaris. *J. Agr. res.*, **64**, 679-698, 1942.
(80) OWEN (F. V.). — Cytoplasmically inherited male sterility in sugar beet. *J. Agr. res.*, **71**, 423-440, 1945.
(81) OWEN (F. V.). — Utilization of male sterility in breeding superior yielding sugar beets. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 156-161, 1948.
(82) OWEN (F. V.). — The sugar beet breeder's problem of establishing male sterile population for hybridization purposes. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 191-194, 1950.
(83) OWEN (F. V.). — Mendelian male sterility in sugar beets. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 371-376, 1952.
(84) PETERSON (D. F.). — Inbred seed production in progeny classification for type o plants in open pollinated varieties. *Proceed. Amer. Soc.sugar beet techn.*, 351-353, 1952.
(85) SAVITSKY (H.). — A method of determining self fertility and self ste-

rility in sugar beets, based upon the stage of ovule development shortly after flowering. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 198-201, 1950.
(86) Williams (W.). — Genetic of incompatibility in Alsike clover, Trifolium hybridum. *Heredity*, **5**, 51-73.

Montée à graines

(87) Abegg (F. A.). — A genetic factor for the annual habit in beets and linkage relationship. *J. Agric. res.*, **53**, 493-511, 1936.
(88) Banga (O.). — Vernalisatie en devernalisatie van Bieten. *Mededel. Dir. Tuinbouw. II*, 324-347, 1948.
(89) Borthwick (M. A.) et Parker (M. W.). — Light in relation to flowering and vegetative development. *Intern. Hort. Congress.*, **2**, 801-810, 1952.
(90) Brandes (F. W.) et Coons (G. H.). — Climatic relation of sugar cane and sugar beet. *Yearbook U. S. dept. Agric.*, 421-438, 1941.
(91) Chroboczek (E.). — A study of some ecological factors influencing seed stalk development in beets (B. vulgaris L.), Ithaca, New-York, memoir, **154**, 1934.
(92) Funke (G. L.). — The photoperiodicity of flowering under short day with supplemental light of different wave lengths. Dans : Murneek et Whyte. Vernalization and Photoperiodism, A symposium, 79-82, 1948, Chronica Botanica Cy, Waltham, U. S. A.
(93) Gaskill (J. O.). — Induction of reproductive development in sugar beets by photothermal treatment of young seedlings. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 112-120, 1952.
(94) Gaskill (J. O.). — A new sugar beet breeding tool. Two seed generations in one year. *Agron. J.*, **44**, 338, 1952.
(95) Lund (V.). — Sugar beet seed production by the overwintering method, *I. I. R. B.*, notice II, 1947.
(96) Mc Farlane (J. S.), Price (C.) et Owen (F. V.). — Strains of sugar beets extremely resistant to bolting. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 151-153, 1948.
(97) Mc Farlane (J. S.) et Price (C.). — A new nonbolting curly top resistant sugar beet variety U. S. 75, *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 384-386, 1952.
(98) Murphy (A. M.), Price (C.) et Owen (F. V.). — Strains of sugar beet extremely resistant to bolting. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 151-153, 1948.
(99) Nelson (R. T.) et Deming (G. W.). — Effect of bolters on yield and sucrose content of sugar beet. *Proceed. Amer. Soc. sugar beet techn.*, 441-444, 1952.
(100) Owen (F. V.). — Asexual propagation of sugar beets. *J. Heredity*, **32**, 187-192, 1941.
(101) Owen (F. V.), Carsner (E.) et Stout (M.). — Photothermal induction of flowering in sugar beets. *J. Agr. res.*, **61**, 101-124, 1940.
(102) Pack (D. A.). — Time of year to plant mother beets for seed production *J. Agr., res.*, **61**, 101-124, 1925.
(103) Pendleton (R. A.). — Thermal induction and reversal in relations to seed production. *Proceed. Amer. Soc., sugar beet techn.*, 192-195, 1948.
(104) Shaw (H. B.). — Climatic control of the morphology and physiology of beets. *Sugar*, **19**, 387-391, 431-434, 479-486, 1917.
(105) Stout (M.). — Relation of temperature to reproduction in sugar beets. *J. Agr. res.*, **72**, 49-68, 1946.
(106) Wellensiek (S. J.) et Verkerk (K.). — Vernalisatie en Photoperiodiciteit van Bieten. *Mededel. Dir. Tuinbouw*, **13**, 341-357, 1950.
(107) Whyte (R. O.). — Crop production and environment, Faber and Faber, London, 1946.

ÉTUDE D'UN CARACTÊRE HÉRÉDITAIRE INSTABLE CHEZ LE MAIS : L'ÉPI BIPARTI

PAR

R. LINDER

Institut de Botanique
Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg (1)

Les premières données de ce travail nous ont été fournies en 1951 par un lot de maïs constitué dans un champ en pleine campagne pour les besoins de l'enseignement. La population issue de semences d'origine locale, a montré les caractéristiques de plantes qui font l'homogénéité des cultures faites avec cette souche d'Alsace : taille moyenne (1 m 50), entre-nœuds courts, tissus raides et durs, fortement sclérifiés, gros grains sur 8 rangées rectilignes, épis insérés très bas ; des 2 ou même 3 épis arrivant à maturité, l'inférieur est au niveau du sol.

La lignée constituée à partir des premières semences en 1948, a subi deux générations d'autofécondation au cours desquelles les plantes n'ont montré de ségrégation que pour la couleur de l'aleurone (R) sur albumen jaune. C'est la raison pour laquelle cette souche a été choisie comme matériel pédagogique. Le croisement-test en 1950 a fourni en épis à ségrégation 1/1 les grains nécessaires à l'ensemencement d'un champ d'environ 10 ares suivant la disposition classique en rangées alternées, hétérozygotes R/r — homozygotes r/r — etc... Ce dispositif permet de récolter dans chaque rangée des épis à ségrégation unique 3/1 ou 1/1, après simple écimage des homozygotes.

A la récolte en 1951, parmi les 3 000 plantes que comportait la population, nous en avons remarqué 8 dont la singularité était de porter sur un même pied des épis de types différents ;

— un type conforme à celui qui caractérise la souche : 8 rangs distribués régulièrement sur le pourtour de l'épi ;

(1) Travail effectué au laboratoire de Mademoiselle GAGNIEU.

— un type biparti, aux grains distribués symétriquement, parfois en 2 fois 2 rangées, sur les 2 faces opposées du rachis qui est aplati (fig. 1).

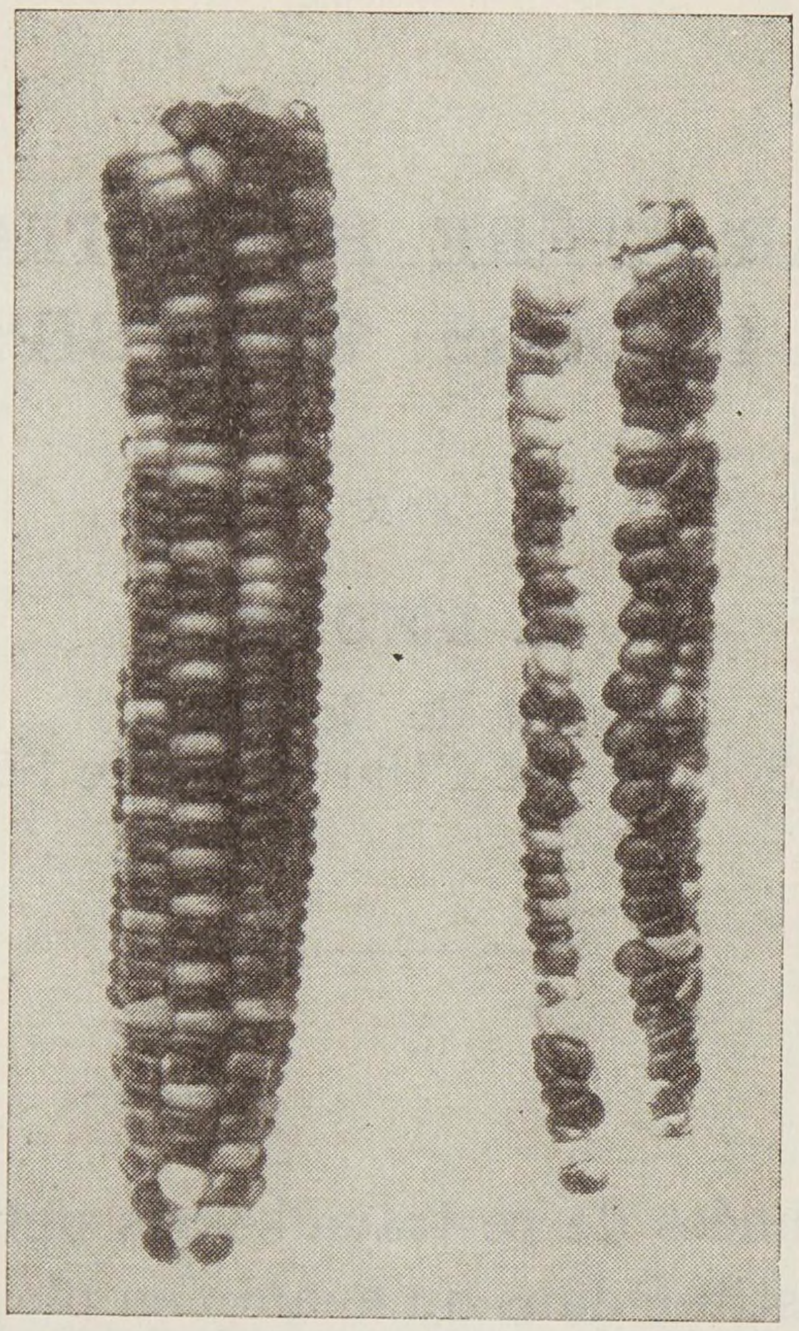


FIG. 1. — Epi à 8 rangs et épi biparti récoltés sur la même plante.

La répartition des épis sur chacune des 8 plantes est représentée dans le schéma suivant (fig. 2) :

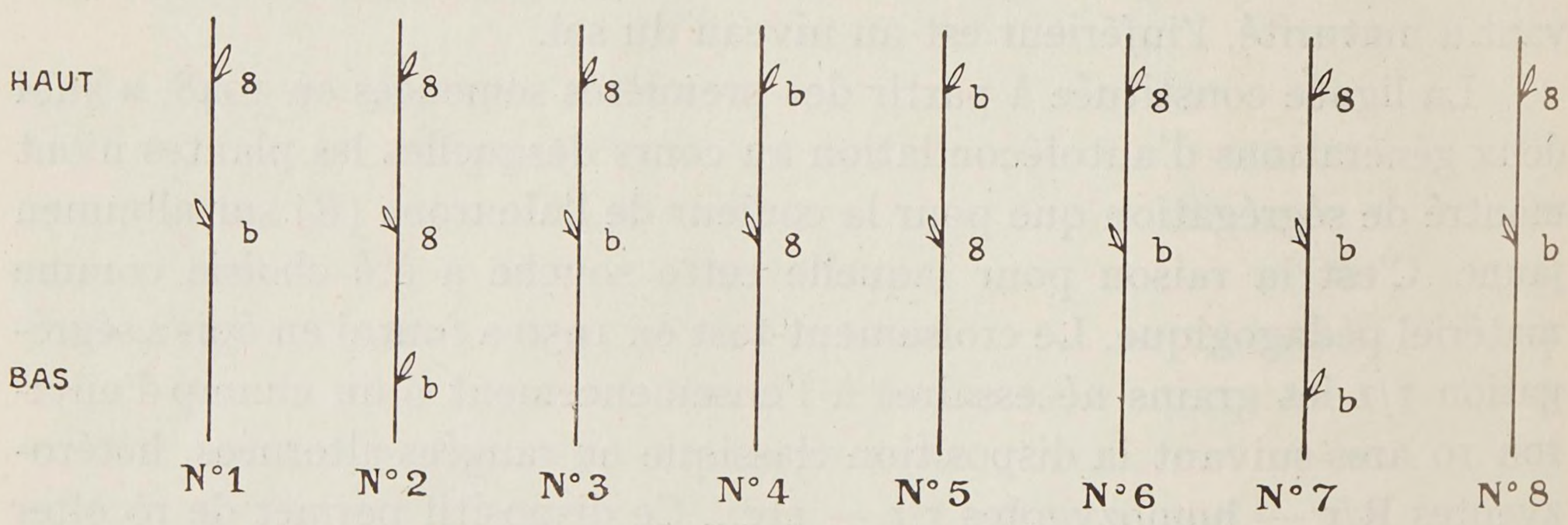


FIG. 2. — Répartition des épis sur les 8 plantes trouvées en 1951.
(8 : épi régulier à 8 rangs. b : épi biparti).

L'apparition d'épis bipartis n'est pas surprenante. Depuis plus de 20 ans nous connaissons cette morphologie d'épi pour l'avoir vue sporadiquement en divers points de la plaine d'Alsace où cette souche est cultivée depuis très longtemps, probablement à la suite d'une longue sélection. Mais l'observation de plantes mixtes présente un intérêt particulier, du fait que les deux types d'épis portés par le même pied ont été décrits chacun comme phénotype susceptible de se stabiliser avec un génotype

défini. Au cours de plusieurs études sur le mode d'hérédité du nombre de rangs de l'épi de maïs (East-Hayes, Tavcar, Burdick) ces 2 phénotypes, pris comme point de départ de croisements, ont été caractérisés respectivement comme type à 8 rangs et type à 4 rangs. Toutefois le phénotype curieux qui résulte de l'aplatissement du rachis, ne correspond pas nécessairement à un nombre de rangs définis, ni même à une disposition en rangées régulières (fig. 1). D'ailleurs la photographie donnée par East-Hayes en 1911 (Plate XXIII *a*) montre un aspect identique à celui qui est ici décrit. Il nous semble que l'appellation « biparti » est celle qui exprime le plus exactement la particularité de ce phénotype d'épi.

A priori on peut penser que la plante mixte est hétérozygote et que le comportement de sa descendance révèlera la nature de son hétérogénéité. D'autre part une question intéressante se trouve posée, celle de savoir si l'un des deux types occupe de manière préférentielle une position définie en haut ou en bas de la tige, c'est-à-dire s'il existe un gradient d'apparition des deux phénotypes. En effet, dans l'hérédité des types à plus de 8 rangs, on a pu mettre en évidence une diminution basipète du nombre de rangées chez les plantes à plusieurs épis.

LA DESCENDANCE 1952 DES 8 PLANTES INITIALES

Les grains de tous les épis récoltés en 1951 sur les 8 plantes ont été semés en 1952. Mais cette saison a été exceptionnellement sèche durant la période de croissance ; en conséquence les plantes n'ont développé qu'un ou rarement deux épis, certaines parcelles ont même été complètement décimées, par exemple la descendance du nº 8 a été perdue. Les observations faites à la récolte sont résumées dans le tableau nº 1.

On voit apparaître non seulement des plantes mixtes parmi les descendants de tous les épis, mais également des épis mixtes et des épis à 6 rangs ; ces derniers sont le plus souvent tordus. Les épis mixtes sont :

8b : 8 rangs à la base et bipartis au sommet,

6b : 6 rangs à la base et bipartis au sommet,

68 : 6 rangs à la base et 8 rangs au sommet.

Au niveau d'un nœud peut se développer un épi ramifié : les ramifications sont identiques ou de phénotypes différents. La variation dans la distribution des types d'épis est quelconque dans les deux dimensions, la verticale et l'horizontale. On peut faire cette constatation malgré les conditions défavorables de la saison 1952. La majorité des plantes (1 001 sur 1 141) ne comporte qu'un épi développé à maturité, c'est-à-dire l'épi supérieur seulement, alors que pour juger de la proportion de types mixtes, il faut des plantes comportant au moins 2 épis. Néanmoins sur 1 001 plantes à 1 seul épi, 62 sont non conformes aux phénotypes initiaux : 42 épis mixtes (8b, 6b) et 20 épis à 6 rangs.

Tableau I

Résultats 1952. — Observations à la récolte

Descendance de	Plantes à 1 épi					Plantes à 2 épis									Divers (1 plante de chaque phénotype)	α
	8	*b*	8*b*	6	6*b*	8 – 8	8 – *b*	*b* – *b*	*b* – 8	*b* – 6	6 – 8	8 – 6	8*b* – 8	6*b* – 8		
N° 1 8	57	22				4	2	1	1							0,27
N° 1 *b*	27	17					1		2	1						0,41
N° 2 8	51	22		2	2	2		3	4		2	1				0,35
N° 2 8	61	13		2	3	3	1	1	2							0,19
N° 2 *b*	37	9			1	4		2								0,21
N° 3 8	38	40	1		2	3	3	2	2						8 – 6*b*	0,49
N° 3 *b*	26	15			2		1	1	1							0,38
N° 4 *b*	24	4		1	4	4	2									0,11
N° 4 8	46	15	2		3	1	1	1	1					1	$<^{b}_{b}$	0,28
N° 5 *b*	13	5												1	$\ll^{b}$ (5 ramifications)	0,34
N° 5 8	31	11			1	4	2	5	2				1		$8-<^{b}_{b}$ $b-b-8$	0,33
N° 6 8	92	39	1	5	9	4		11	5		1		1	2	$6b-b$ $8-b-8$ $b-b-b-b$ $b-<^{b}_{b}$ $b-6b$ $b-b-6b$	0,38
N° 6 *b*	53	17		4	7	3	1	2	1				1	1	$68-8$ $b-8-8$ $<^{b}_{b}-b-b$ $<^{b}_{68}-8$? $b-68-6$ $8-b-8$	0,28
N° 7 8	51	20	1	1	1	2	3								$8-<^{b}_{b}$	0,26
N° 7 *b*	24	6	1	1	1		1									0,19
b	36	17		4		3	2		1							0,30
	667	272	6	20	36	37	20	29	22	1	3	1	3	5		0,31

Légende. — 8 : épi à 8 rangs. 8*b* : épi mixte, 8 à la base, *b* au sommet. 6 : épi à 6 rangs. 6*b* : épi mixte, 6 à la base, *b* au sommet.
b : épi biparti. 68 : épi mixte, 6 à la base, 8 au sommet. < : épi ramifié.

Pour les plantes à plusieurs épis l'ordre d'énumération va du haut vers le bas de la plante.

On peut tout d'abord faire l'hypothèse que le phénotype de la plante est caractérisé par l'épi supérieur, car c'est celui qui se développe lorsqu'un seul épi atteint la maturité. En classant les plantes d'après l'épi supérieur à 8 rangs ou biparti, sans faire intervenir les épis mixtes, le rapport du nombre des types bipartis au nombre total des plantes des 2 catégories, s'exprime par une valeur que nous appelons $\alpha \left(\alpha = \frac{b}{8+b} \right)$. Ces valeurs figurent à droite du tableau, elles varient de 0,11 à 0,49. Elles nous montrent que dans certains lots les 2 types peuvent se trouver presque à égalité. Pour l'ensemble des plantes observées en 1952, la valeur moyenne de α est 0,31 pour un total de 1 064 individus.

Le nombre de plantes mixtes rapporté au nombre total des plantes à 2 épis et plus, peut s'exprimer par une valeur γ qui est pour l'ensemble des observations de 1952 : $\gamma = \frac{68}{137} \# 0{,}50$.

Si on compare les deux descendances issues des 2 types d'épi récoltés en 1951, on voit que les valeurs de α et de γ sont de même ordre :

	α	γ
descendance d'épis 8.....	0,32	0,48
descendance d'épi b	0,28	0,52

Dès maintenant on peut remarquer que la proportion des plantes mixtes se retrouve avec la même valeur dans la descendance des 2 types initiaux.

LA DESCENDANCE 1953

De ce qui précède, il résulte que les plantes mixtes, intéressantes parce qu'elles montrent l'apparition successive de plusieurs phénotypes d'épi sur un même individu, méritent d'être repérées avec soin. Pour caractériser les modalités de cette variation sur le même pied, il faut autant que possible observer tous les épis que la plante peut former. Or le matériel de la récolte précédente a montré que lorsque l'épi supérieur se développe seul, les suivants, ébauchés au moment de la floraison, s'arrêtent dans leur développement ; ils s'altèrent et deviennent méconnaissables. Pour éviter cet inconvénient, nous avons pensé faire l'observation au moment de la floraison quand tous les épis sont formés et que leur morphologie peut être définie. Le dernier formé, qui peut être le quatrième, n'a souvent qu'un à deux mm, mais la loupe binoculaire permet de reconnaître sans ambiguité le type auquel il appartient.

C'est pourquoi nous avons réalisé 2 groupes de culture, l'un en semis serré au jardin pour l'observation à la floraison, l'autre en pleine campagne pour pouvoir à la récolte faire d'une part les observations, d'autre part prélever des semences résultant d'opérations.

Les lots de 1953 proviennent d'épis récoltés en 1952, issus soit d'auto-

Tableau II

Résultats 1953. — Observations pendant la floraison

1951	1952	Plantes à épi					Plantes à 2 épis												Plantes à 3 épis								Divers			α	γ
		8	*b*	8*b*	6	6*b*	8-8	8-*b*	*b*-*b*	*b*-8	6-6	8-6	6-8	6-*b*	*b*-6	*b*-6*b*	6*b*-*b*	6*b*-8	8-8-8	8-8-*b*	8-*b*-*b*	*b*-*b*-*b*	*b*-*b*-8	*b*-8-8	*b*-8-*b*	8-*b*-8					
	8 b / ×	25	6		1		11	5	6	1			1							1									0,22	0,32
	8 b / ×	14	13	2	3		16	7	13	7									1					2			6*b*-6*b*	8*b*-8-8		0,44	0,37
	8 b / ×	1	2				8		1	8			1				1		1		1			1	2		*b*-8*b*			0,55	0,61
	b ⊕	6	4				13	7	4	2			1										2	1	2		6-6-8	*b*-8-8-*b*	*b*-8-8	0,36	0,54
																											6-8-*b*	6-8-8-*b*			
8	b ×	5	4				9	5	11	16									3	2		2	1	4	1	1	8-6*b*-8	*b*-6*b*-8		0,60	0,56
	b ×	2	1				1	4	4					1					2	1		2	1	1		1	*b*-8-8-8			0,41	0,52
	b ×	3	6				17	3	3	3		1				1	1	6	1			2	1				*b*-6*b*-8	8*b*-8-*b*		0,32	0,46
																											8*b*-8	8-8-6*b*			
b	b ⊕	5	3			1	14	1	13	9							2	3				6	1	1		1				0,55	0,35
	8 ⊕	16	1				2		3																					0,18	
b	b ⊕	2	1				4	1	1	4								1				1		3			6*b*-*b*-8			0,52	0,62
	b ⊕	9	3				12			3										1							6*b*-8-6*b*	8*b*-8		0,20	0,33
8	b ×	5	4				3		1	3				1				2						1			8-*b*-6*b*	6-8-8	6*b*-6	0,38	0,77
8	6 ×	6			1		7	1	3	14			2			1		1	1			1	1	1			6-8*b*-8	8-8-6	*b*-6*b*-8		
b	b ×	12	5		1		6	1	6	8	1		2		2			1				1	1	1			8*b*-8			0,51	0,64
	8 / ×	2	8	1		1	5	2	24	12	1		2		1			1				3	6	1	1		*b*-6-6	8-8*b*		0,50	0,60
	b ×																						1	1			*b*-6-6	*b*-*b*-8-8		0,77	0,49
8	b /		1						1	3										1		2					6*b*-8-8	6*b*-6*b*			
	b ⊕																										6-*b*-8-8	6*b*-8-8		0,72	0,70
																											b-*b*-8-*b*				
	b ⊕	1	1				1	3	7	3			2	1																0,57	0,53
	b ×	1	3				2	1	18	10		1						2	1			1	2		1	1				0,79	0,45
b	b /	1	1				4			1							1	1	1											0,20	0,37
	8 ×	13	2				10	4	10	10			2		3	6	2	3	2			2		3	2	1	6-8-*b*	6*b*-8-8 (2×)		0,47	0,63
																											6-6-8	*b*-8*b*			
b	b ⊕		3				2		5	4				1				2				2		1						0,75	0,47
	b ⊕	4	5				3	1	13	9	1		4	1		1		2					1	1	1		*b*-8*b*-*b*	6*b*-8-8		0,64	0,62
8	b ⊕	4				1	2		2	2			1														*b*-6*b*-*b*	6*b*-*b*-8			
																									1		6*b*-8-*b*			0,35	0,55
		137	77	3	6	3	152	46	149	132	3	2	18.	5	6	9	7	24	13	6	1	24	18	22	11	5				0,50	0,49

fécondation (⊕), soit de fécondation croisée à l'intérieur du lot (×). Les observations faites pendant la floraison sont résumées dans le tableau II, celles de la récolte dans le tableau III. La généalogie de chaque lot est indiquée dans la colonne gauche du tableau.

Tableau III

Résultats 1953. Observations à la récolte

1951	1952		Plantes à 1 épi				Plantes à 2 épis				Divers	α	γ
			8	*b*	6	6*b*	8–8	8–*b*	*b*–*b*	*b*–8			
8	8	⊕	48	29		1	41	2	8	26	8–8–8 $<^{b}_{b}$–8 $<^{8}_{b}$–8 $<^{b}_{b}$–*b*(2×)	0,41	0,36
8	*b*	⊕	14	1			13	1	1	6		0,22	0,33
b	8	⊕	18	7			3		2	6	8–8–*b*–8 *b*–8–8	0,42	0,61
	b	⊕	14	6			7	1	2	1		0,29	0,18
8	*b*	⊕	14	12		1	7	2	4	4		0,46	0,35
	8	⊕	16	5			11		1	5	8–8–8 *b*–8–8	0,30	0,31
	8	⊕	1	5									
b	*b*	×	17	21			14	1	5	10	$<^{8}_{b}$ $<^{b}_{b}$ 8–8–*b* 8–8–8	0,53	0,36
	8	×	36	16	3		16	2	6	20		0,43	0,50
	b / 8	×	4	2			4	1				0,18	0,25
b	*b*	×	5	6			3			2		0,50	0,40
8	8	×	21	17			16	2	7	7	$<^{b}_{b}$–*b*	0,45	0,27
			208	127	3	2	135	12	36	87		0,41	0,37

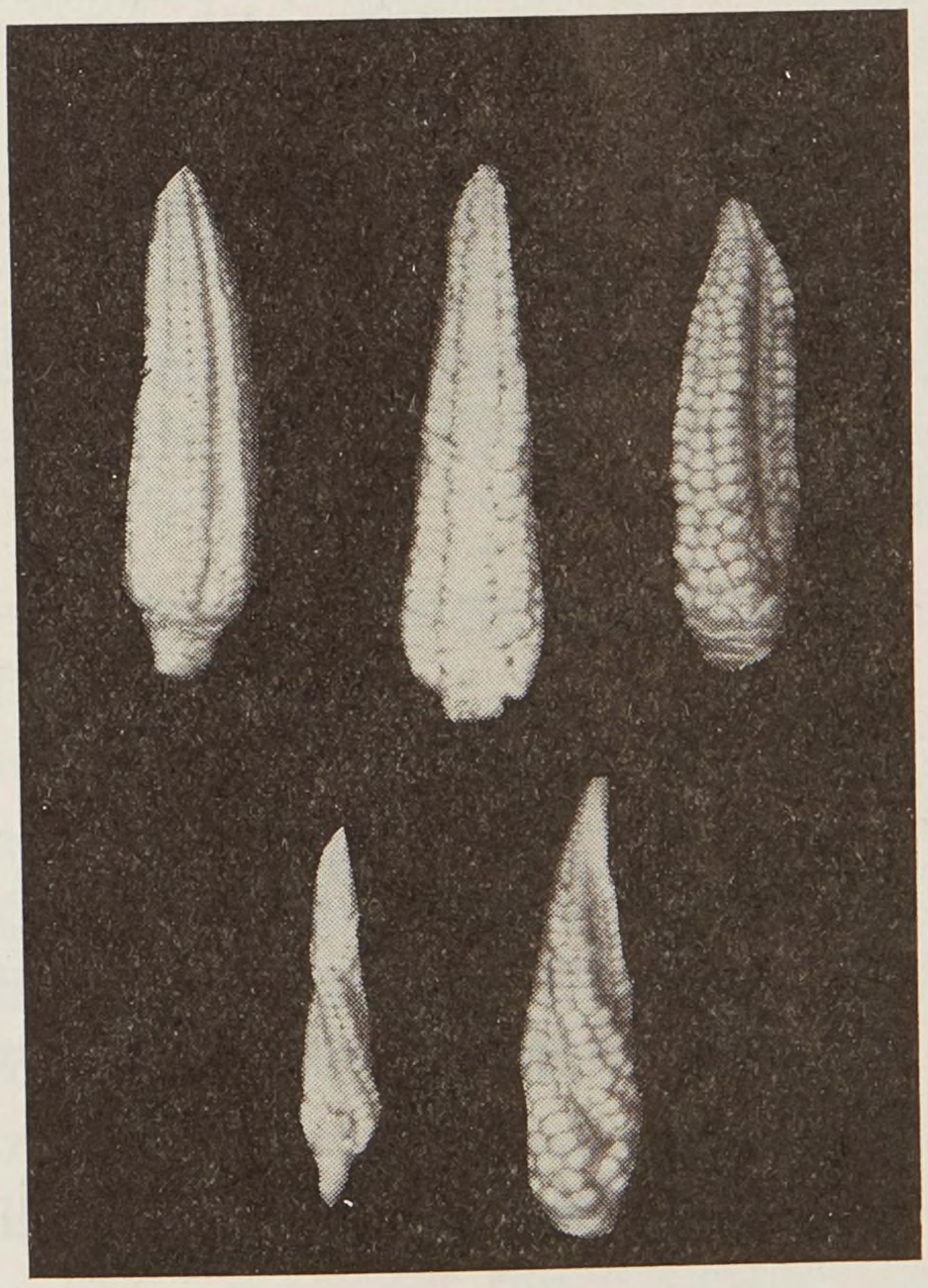


FIG. 3. — Jeunes épis prélevés au moment de la floraison
a : à 8 rangs. b : biparti. c : biparti à 2 × 3 rangs réguliers.
d : mixte, 6 rangs/biparti. e : tordu, à 6 rangs.

Dans l'ensemble toutes les descendances comportent des plantes mixtes, avec une plus grande diversité dans les observations à la floraison (tableau II), puisque le nombre d'épis observés sur la plante est plus grand.

Dans le tableau des observations pendant la floraison (t. II), on peut remarquer que toutes les combinaisons possibles de la disposition des phénotypes d'épis bipartis et à 8 rangs sur la plante, sont réalisées. Pour les plantes à 2 épis on observe même toutes les combinaisons des 3 types, à 8 rangs, à 6 rangs et biparti ; elles sont au nombre de $2^3 = 9$, soit, du haut vers le bas :

8—8, 8—b, b—b, b—8, 6—6, 8—6, 6—8, 6—b, b—6

Pour les plantes à 3 épis les combinaisons entre types à 8 rangs et biparti sont au nombre de $3^2 = 8$, soit, toujours dans le même ordre :

8—8—8, 8—8—b, 8—b—b, b—b—b, b—b—8, b—8—8, b—8—b, 8—b—8.

Toutes les combinaisons avec épis bipartis et à 8 rangs ont été observées, il est donc difficile de parler de gradient d'apparition des phénotypes sur la plante mixte. Les plantes à 4 épis confirment cette observation. Toutefois, si on considère les totaux de chaque catégorie, aussi bien pour les observations à la floraison que pour les observations à la récolte, les types à succession basipète de 8 vers b, sont beaucoup moins nombreux que les types à disposition inverse. Si dans l'ensemble l'hypothèse de gradient devait être maintenue, c'est plutôt dans le sens basipète b vers 8. Cette interprétation trouverait un appui dans l'observation des épis mixtes où le type biparti caractérise toujours la partie supérieure de l'épi. Un épi mixte de type b8 ou b6 n'a jamais été observé.

Comme en 1952, les valeurs α et γ, qui figurent pour chaque lot à droite des tableaux, sont très variables en 1953 :

$0{,}18 \leqslant \alpha \leqslant 0{,}75$ et $0{,}18 \leqslant \gamma \leqslant 0{,}77$.

Les valeurs moyennes sont les suivantes pour l'ensemble de la descendance d'un phénotype d'épi, 8 rangs ou biparti, issu d'autofécondation ou de fécondation croisée :

	α		γ	
Descendance d'épis 8 ⊕	0,38	0,46	0,37	0,45
Descendance d'épis 8 ×	0,52		0,50	
Descendance d'épis *b* ⊕	0,46	0,46	0,46	0,47
Descendance d'épis *b* ×	0,46		0,48	

Les valeurs comparées de α et γ suscitent la même remarque qu'en 1952 :

— pour les descendances des 2 phénotypes d'épi, les valeurs sont de même ordre ;

— γ garde la valeur de 1952, voisine de 0,50, ce qui signifie que dans l'ensemble la proportion des types mixtes reste constante.

En se référant aux observations durant la floraison (t. II) qui comprennent un grand nombre de plantes à plusieurs épis, il est possible de comparer les valeurs moyennes pour les différentes catégories, à 2, 3 ou 4 épis. Pour les plantes à 2 épis, $\gamma_2 = 0{,}45$; pour les plantes à 3 épis, $\gamma_3 = 0{,}72$. Toutes les plantes à 4 épis observées en 1953 sont mixtes, d'où $\gamma_4 = 1$. La proportion des plantes mixtes augmente donc avec le nombre d'épis observés sur chaque pied.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Si nous réunissons les observations faites depuis l'isolement de la souche en 1948, il nous semble que deux phénomènes méritent une attention particulière et même une étude approfondie. Ce sont :

— l'apparition de plantes à phénotype mixte ;

— l'existence du phénotype d'épi biparti.

1° Le phénotype mixte de la plante

L'aspect le plus frappant de ce phénotype mixte, c'est qu'il se présente non pas comme le passage progressif d'un type d'épi vers un autre suivant un gradient défini, mais comme la succession de types d'épi différents dans un ordre quelconque, par exemple
6—8—8—b : l'épi supérieur à 6 rangs, les 2 suivants à 8, l'inférieur biparti, ou b—b—8—b : une suite d'épis bipartis où s'intercale en 3e position un épi à 8 rangs.

La variation ne porte pas seulement sur la succession des épis, mais aussi sur la succession des phénotypes pour un épi (fig. 3) : 8b, 6b sont des épis à 8 ou 6 rangs à la base et bipartis au sommet. Le passage d'un phénotype à un autre se fait à un niveau quelconque du rachis.

Non seulement la variation est verticale, mais elle peut être horizontale lorsqu'apparaît un épi ramifié sur un nœud, par exemple l'épi $\begin{matrix} b \\ \diagdown \\ 8 \end{matrix}$ porte une ramification bipartie et une autre à 8 rangs.

Ces faits conduisent, nous semble-t-il, à la comparaison avec les panachures et le phénotype mixte qui fait l'objet de ces observations nous paraît entrer dans la catégorie des phénotypes de plantes panachées. Les panachures chlorophylliennes, nombreuses dans le maïs (green striped, fine stripe, zebra striped, japonica, etc...) se manifestent chez un homozygote récessif par la disposition alternante ou la distribution au hasard de phénotypes différents. Ce qui est remarquable dans ces cas, c'est l'action génique manifestée par une instabilité de phénotype pour un individu à génotype unique.

2° L'épi biparti

Le phénotype d'épi aplati a été rapporté par différents auteurs à un type d'épi à 4 rangs qui peut se stabiliser. EAST-HAYES (1911) ont décrit dans une souche à 8 rangs l'apparition sporadique d'un phénotype identique à celui qui est étudié ici et qu'ils ont d'abord défini comme type à 4 rangs, mais qu'ils rangent dans un groupe de phénotype « bifurcated » qui comporte aussi les épis fasciés.

TAVCAR (1935) a trouvé dans une variété Indurata locale (Zagreb) à 8 rangs, des épis de type aplati à 4 rangées régulières comme le montrent ses photographies. Après 3 générations d'autofécondation, il relève dans la descendance près de 90 p. 100 de types à 4 rangs, le reste comportant des épis à 8 rangs et des épis mixtes 8/4 ; mais il n'observe qu'un seul épi sur la plante. Dans leur descendance, les 3 phénotypes, 4, 8 ou 8/4, redonnent chacun la même proportion d'épis à 4 rangs (≠ 90 p. 100). Le type d'épi 4 rangs serait pour cet auteur un homozygote récessif.

BURDICK a fait plus récemment une étude portant sur une souche de maïs isolée par LINDSTROM ; il admet le type à 8 rangs comme dominant et le type à 4 rangs comme homozygote récessif. Chez les « hétérozygotes » chaque allèle pourrait à un moment donné du développement de la plante s'exprimer dans le phénotype de l'épi. Le phénotype 8 rangs, dominant, se manifesterait au moment le plus favorable du développement, c'est-à-dire dans la partie supérieure de la plante, le nombre de rangs diminuerait avec la distance au sol. L'auteur insiste sur l'existence d'un gradient linéaire de décroissance basipète du nombre de rangs, qu'il considère comme tout à fait général chez le maïs.

En examinant par comparaison notre matériel et les phénotypes décrits par TAVCAR d'une part, EAST-HAYES d'autre part, il apparaît que les morphologies correspondent à 2 phénotypes différents ou plutôt que deux éléments interviennent dans la réalisation du phénotype global de l'épi :

a) l'aplatissement du rachis qui donne la bipartition de l'épi. Ce caractère est commun à tous les phénotypes décrits ;

b) la disposition des grains en 4 rangées régulières, qui d'après la description est réalisée dans le matériel de Tavcar. Mais l'insertion des grains peut ne pas avoir cette régularité constante et l'épi biparti n'appartenir à aucune des catégories à nombre de rangs définis.

Le phénotype d'épi biparti suivi dans la souche d'Alsace ne peut être classé dans la série constituée à la suite des études sur le conditionnement factoriel du nombre de rangs des épis de maïs : 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20... Il arrive que l'épi biparti comporte sur chaque face latérale 2 rangées régulières, quelquefois 3 (fig. 3), mais le plus souvent les grains sont disposés irrégulièrement, parfois en 4 rangées engrenées les unes dans les autres.

Il nous semble nécessaire de distinguer nettement deux aspects de ce

type d'épi dans l'étude de son hérédité : caractère du rachis et disposition des grains.

Par ailleurs il est difficile de caractériser un individu par le phénotype d'épi, étant donné que la description d'un type de plante, pour être correcte, doit comporter la définition des différents épis qu'elle porte. Nous avons vu dans ce qui précède que la forte proportion des plantes mixtes impose cette méthode et ceci d'autant plus que cette proportion augmente avec le nombre d'épis observés par individu. Il y a un phénotype d'épi et non un phénotype de plante.

Pourtant chaque plante est pourvue d'un génotype unique . C'est la raison majeure qui impose le rapprochement avec le cas des panachures. Les résultats numériques précédents ne nous permettent pas d'adhérer au point de vue exprimé par BURDICK suivant lequel un gradient basipète serait la règle générale dans la morphogénèse du maïs. Cette notion peut être valable pour le nombre de rangs, elle ne l'est certainement pas pour la bipartition par aplatissement du rachis.

Si l'on considère l'équipement factoriel auquel peut correspondre la plante mixte, les résultats obtenus jusqu'ici nous permettent déjà d'envisager que ce n'est probablement pas un hétérozygote dans lequel se manifesteraient alternativement les différents allèles.

Les plantes mixtes initiales ont été relevées en proportions très faibles, 8/3 000, dans un lot issu de deux générations d'autofécondation et appartenant à une souche déjà bien stabilisée. Les descendances 1952-1953 de ces plantes, épis à 8 rangs aussi bien que bipartis, ont montré en proportions élevées des plantes mixtes à haut degré de variabilité phénotypique. Il semble possible d'envisager que l'on soit en présence d'homozygotes récessifs dans lesquels l'activité génique se manifeste par une instabilité de phénotype comme chez un homozygote de panachure. Le nombre de facteurs peut être élevé, l'induction d'instabilité peut être indirecte comme dans le cas de pigmentation de l'aleurone par Mt et dt, agissant respectivement sur R et A, l'hypothèse d'homozygotie des plantes mixtes nous paraît celle qui peut être soutenue avec le plus de vraisemblance.

BIBLIOGRAPHIE.

BURDICK (A. B.) 1951. — Dominance as function of within organism environment in kernel — row number in maize. *Genetics*, **36**, (652-666).

EAST (E. M.) and HAYES (H. K.) 1911. — Inheritance in maize. *Connectitut Agr. Exp. Sta. Bull.*, 167.

EMERSON (R. A.) and EAST (E. M.) 1913. — Inheritance of quantitative characters in maize. *Nebraska Agr. Exp. Sta. Bull.*, 2.

TAVCAR (A.) 1935. — Beitrag zur Vererbung der Kornreihenzahl an Maiskolben. *Zeitschr. f. Zücht. — Pflanzenzücht.* A 20 (364-376).

FORME DES BRACTÉES CHEZ LES HOUBLONS CULTIVÉS

PAR

G. MENERET, Mme M. BONNAT et J. GUIOLET

Station d'Amélioration des Plantes de Dijon.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Introduction.**

II. — **Caractères des sortes de houblon.**

Généralités.
Principaux caractères morphologiques.
Système radiculaire, tige, feuilles.
Cônes — 1° Aspect général, densité.
2° organes constitutifs.

III. — **Étude de la forme des bractées.**

a) Origine du matériel. Constitution de la collection d'études.
b) Méthode de travail : échantillonnage, mesure du rapport $\frac{longueur}{largeur}$.
Influence de la fécondation.
Age de la plante.
c) Résultats des mesures.
Fluctuation.
Variation annuelle.

IV. — **Classement des variétés.**

Distribution des valeurs de L/l pour l'ensemble des variétés.
Types de forme : bractées étroites, moyennes et larges ;
Rapport L/l de la bractée chez quelques sortes de houblon.

V. — **Conclusions.**

VI. — **Résumé.**

Bibliographie.

I. — INTRODUCTION

Les travaux sur le houblon, poursuivis à la Station de Dijon, portent principalement sur l'étude des facteurs conditionnant la valeur technologique de cette production très spéciale, en vue de son amélioration. La

variété joue, parmi ces facteurs, un rôle important. Ses caractéristiques doivent donc être étudiées de ce point de vue, au même titre que de celui de ses aptitudes culturales, de sa résistance aux maladies et aux parasites divers. Elles sont liées, pour une bonne part, à l'abondance et à la constitution chimique de la lupuline (principalement acides amers et résines) et pour une autre part, à l'arôme.

Ces caractéristiques dépendent à la fois de la variété et des conditions de production : année, région, pratiques culturales et conditionnement.

En France, les régions à production les plus réputées sont connues, encore qu'on puisse produire de bons houblons en dehors de ces zones : Bourgogne, Lorraine, Alsace ; il existe d'ailleurs de sérieuses différences de qualité entre ces origines et comme aussi à l'intérieur d'une aire régionale de culture et même entre les plantations.

Lorsqu'on tente de préciser les conditions de production, on s'aperçoit que s'il est possible de réunir des données sur le sol, le climat local, les pratiques culturales, le séchage, etc., on est généralement mal renseigné sur l' « encépagement » qui, dans la plupart des houblonnières est constitué par une « sorte culturale », mélange de plantes appartenant à des clones plus ou moins semblables. Ceci est particulièrement vrai en Bourgogne où la culture du houblon est relativement récente : elle fut introduite en 1834 à Beire-le-Châtel par Victor Noël, industriel alsacien. Des plants furent importés à plusieurs reprises d'Alsace, puis d'Allemagne, de Bohême, et plus récemment, de Grande-Bretagne, directement ou non.

En Alsace, l'encépagement paraît s'être stabilisé en un petit nombre de types (« *Strisselspalt* », « *Spalt* «, « *Sämling* ») et l'hétérogénéité des plantations y est moins accusée.

En Flandre, la substitution actuellement en cours de variétés fines aux sortes locales va améliorer et régulariser l'encépagement.

La replantation périodique des houblonnières, le remplacement des manquants sont aussi des causes de modification de l'encépagement. L'origine des boutures est très diverses ; leur choix est basé parfois sur l'observation préalable des plantes-mères remarquables mais qui peuvent précisément être des types distincts de la variété. Très souvent, les boutures sont prises à la taille, au hasard, selon les possibilités propres du planteur, ses relations de voisinage ou d'affaires.

De plus, des variations gemmaires peuvent aussi faire apparaître de nouveaux types multipliés à part ou non sous le même nom que la sorte d'origine. Enfin, il faut songer aussi aux semis faits pour obtenir des types nouveaux et qui, chez cette plante dioïque, donnent des produits très variés en raison de la nature hybride des plantes parentales. On comprend donc l'imprécision de la notion courante de « variété » chez le houblon et de la difficulté de toute observation visant à l'étude de la qualité dans des plantations aussi hétérogènes.

Cette imprécision se prolongera tant que les observations, l'expérimentation variétale ne porteront pas sur des sortes d'origine connue et génétiquement homogènes. On est donc conduit à constituer des clones dans les sortes cultivées en vue de contrôler le facteur « variété » dans l'expérimentation . Dans une certaine mesure, la sélection devrait précéder l'étude agronomique et technologique du houblon.

Que cette sélection se borne à procurer un matériel défini pour l'expérimentation ou qu'elle vise en même temps, ce qui est normal, à une amélioration variétale ultérieure, il en résulte, dans les deux cas, la constitution de lignées clonales, de variétés-clones qu'on doit pouvoir différencier.

Les quelques observations qui seront rapportées dans ce travail constituent une contribution à la connaissance des variétés de houblon par l'application à notre matériel d'une méthode ayant d'ailleurs déjà fait l'objet de maints travaux.

II. — PRINCIPAUX CARACTÈRES DES SORTES DE HOUBLON

GÉNÉRALITÉS

Le houblon est classé dans la famille des Urticacées, sous-famille des Cannabinées. On distingue généralement deux espèces principales :

La première espèce, *Humulus lupulus* L., vivace, qui comprend les formes cultivées et sauvages d'Europe. On y rattache la variété *néo-mexicanus*, houblon sauvage importé d'Amérique en Angleterre par SALMON. Une autre forme sauvage de Manitoba importée également à Wye College fut d'abord considérée par SALMON et WORMALD (1915) comme une espèce distincte, *H. americanus, nutt.*, mais finalement rattachée à *H. lupulus*.

Humulus cordifolius Mig. est voisin de *H. lupulus* ; c'est un houblon asiatique à feuilles non lobées, considéré souvent comme une variété de *H. lupulus*.

La seconde espèce, *H. japonicus* Sieb et Zucc., houblon asiatique est tout à fait différente de *H. lupulus* : elle est annuelle sous notre climat, sans glandes à lupuline, à peine grimpante. Il en existe des variétés ornementales.

TOURNOIS (1914) signale les grandes analogies que présente *H. japonicus* avec le chanvre du point de vue de la structure florale et des graines.

Les variétés cultivées jusqu'à présent en Europe Continentale se rapportent à *H. lupulus*.

Ce sont surtout les « variétés », terme pris dans son sens agricole, de

l'espèce *H. lupulus*, qui ont fait l'objet d'assez nombreux travaux en vue de les décrire et de les reconnaître.

TOURNOIS (1914) a très clairement énoncé les aspects du problème des caractères des houblons :

a) Définition de la nature et de l'origine des houblons tels qu'on les trouve dans le commerce, par l'examen des caractères pris exclusivement dans les cônes. C'est un point pratique très important car dans toutes les transactions on a tenu compte jusqu'à maintenant du pays ou de la région de production.

b) Définition des formes cultivées par l'ensemble des caractères morphologiques ou biologiques des plantes femelles. C'est le point de vue du planteur et, ajouterons-nous, du sélectionneur.

c) Sur un plan plus scientifique, TOURNOIS se demande « s'il existe des caractères héréditaires permettant de définir des espèces et variétés au sens botanique du mot et auxquels on puisse appliquer, dans le problème de l'amélioration des formes cultivées, les lois de l'hérédité et du croisement des espèces ». C'est là le point de vue du généticiste.

Ce genre de recherches oblige nécessairement à suivre la totalité des descendances sexuées, individus ♂ et ♀, comme l'a fait TOURNOIS en vue de l'étude du déterminisme sexuel, tandis que les deux premiers points s'appliquent seulement à l'étude des individus femelles, les seuls cultivés.

Au cours d'études cyto-génétiques des espèces et des variétés, TOURNOIS en 1914, puis WINGE (1914, 1929), KIHARA (1928, 1929), SINOTO (1929), GAISER, ONO (1937), ont dénombré les chromosomes des deux espèces *H. lupulus* et *H. japonicus*. Voici les nombres trouvés par KIHARA et ONO :

H. lupulus : ♀ = 16 + $x_1\ x_1\ x_2\ x_2$ (KIHARA, 1929) ;
♂ = 16 + $x_1\ x_2\ y_1\ y_2$ (ONO, 1937) ;
H. japonicus : ♁ = 14 + xx (KIHARA, 1932) ;
♂ = 14 + xy_1y_2.

Dans l'espèce *H. lupulus*, des tétraploïdes ont été obtenus et par la suite des triploïdes par DARK et SKOVSTED (1953). La création de houblons triploïdes serait particulièrement intéressante en permettant d'obtenir des récoltes dépourvues de graines ; en effet, la fécondation qui déprécie la qualité des houblons n'est que difficilement évitée par la destruction des plantes ♂ aux alentours des houblonnières.

Systèmes radiculaires, tiges, feuilles

Certaines particularités morphologiques, anatomiques ou physiologiques, ont aussi fait l'objet d'observations génétiques au cours d'hybridations faites surtout dans le but de créer de nouvelles sortes pour la culture.

Des indications sur l'hérédité de quelques caractères ont ainsi été recueillies.

Dans une mise au point, DARK (1950) cite notamment les caractères étudiés par SCHMIDT (1918) : denticulation des feuilles, arôme, résines ; SALMON (1913-1921) : arôme, teneur en résines, résistance à l'oïdium ; HOCQUETTE (1946), par des croisements inter-variétaux, a précisé le mode de transmission de la disposition de l'appareil vasculaire du pétiole et de la nervure principale des feuilles, — caractères décrits par MOREAU (1923), CHEVALIER (1933) — de la précocité, de la richesse en humulone.

Dans ces études génétiques, on a utilisé des caractères assez tranchés ou des caractères utilitaires. Certains de ces caractères avaient d'ailleurs fait l'objet d'études particulières visant plus spécialement à distinguer les variétés, les formes cultivées de *H. lupulus*. Nous reprendrons ci-dessous les principaux *caractères morphologiques* de la plante retenus dans ce but par divers auteurs.

PRINCIPAUX CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES

Système radiculaire : BEARD (1943) étudiant plusieurs variétés dans différents sols a constaté que la disposition du système racinaire dépendait surtout de la nature du sol.

Tige : La longueur des entre-nœuds est considérée comme caractéristique variétale par J. HOED. On peut aussi utiliser les caractères des ramifications : port, retombant ou non, longueur variable.

La couleur verte ou plus ou moins rouge de la tige, caractère très apparent, a servi de tous temps aux planteurs qui distinguent sommairement deux groupes de houblon : à tige verte et à tige rouge. Ce caractère est mentionné par de nombreux auteurs : MOREAU (M. et Mme) (1923) l'ont utilisé dans leurs études des houblons d'Alsace, de Lorraine et de Bourgogne. Il a été aussi retenu par BEARD (1943) pour une classification préliminaire des houblons de la Collection d'East Malling. BEARD distingue une coloration mouchetée, striée, marbrée de rouge, intermédiaire entre tige verte et tige rouge et qui englobe un très grand nombre de variétés.

De même GEORLETTE R. (1948) et J. HOED (1952) font intervenir la couleur de la tige pour caractériser les sortes belges de houblon.

La tige présente des lignes saillantes portant des aiguillons plus ou moins développés dans les différents houblons observés par MOREAU F. et Mme (1923).

Feuilles : Ces auteurs ont aussi utilisé les caractères de la feuille pour séparer les sortes cultivées : lobes, sinus, aspect de la surface du limbe, et pétiole (anguleux, arrondi, sillon variable). Déjà étudiée par PETIT L. (1887), la disposition des faisceaux libéro-ligneux du pétiole, de la nervure principale de la tige, a été également retenue par eux, puis par CHEVALIER

P. On a vu que le mode d'hérédité de ce caractère a été étudié par HOCQUETTE.

On peut utiliser aussi la couleur du limbe de la feuille : c'est ainsi que certaines variétés se distinguent par leur feuillage clair, jaune-vert (ex : « Sunshine », variété anglaise). MOREAU signale la teinte plus foncée des houblons précoces de Lorraine contrastant avec le vert plus clair des variétés tardives de cette région.

La *couleur du pétiole* a servi à BEARD à subdiviser les groupes de houblons classés d'après la couleur de la tige.

Un caractère particulier a fait l'objet d'études en Angleterre : c'est la *densité des poils glandulaires* à la face inférieure des feuilles ; cette densité différait d'une manière significative dans cinq variétés examinées.

Cette étude avait pour but de savoir s'il existait une corrélation entre ce caractère et la richesse en résines des cônes, ce qui ne s'est pas vérifié.

Cônes : Les cônes ou strobiles, c'est-à-dire les inflorescences des plantes ♀ cultivées, constituent la production utile du houblon utilisée en brasserie.

Pour des raisons d'identification de cette matière première (origine) et afin d'apprécier sa valeur commerciale et technologique, les brasseurs et les planteurs ont toujours porté leur attention sur les caractères des cônes. L'analyse chimique intervient ensuite et a surtout pour but de doser les résines contenues dans la lupuline, qui apportent à la bière son amertume et ont aussi une importante action bactériostatique.

Sous l'angle de la différenciation des provenances et des sortes de houblon, certains caractères morphologiques des cônes ont été plus particulièrement étudiés.

Pour mieux situer ces caractères des cônes, dans l'ensemble de l'inflorescence, il est utile de comprendre, du point de vue botanique, l'inflorescence ♀ du houblon, qui est assez complexe à première vue. Cette description a fait l'objet d'une mise au point interprétée, très détaillée et précise, de la part de M. et Mme MOREAU (1922) dans leur étude sur l'homologie des rameaux végétatifs et des inflorescences ♂ et ♀ du houblon. Le cône de houblon est défini : « un axe aux entre-nœuds très courts porte des feuilles alternes, ou opposées, puis bientôt alternes, et distiques. Chacune d'elles est en général réduite à deux stipules (deux bractées) et porte à son aisselle deux branches ramifiées en courtes cymes hélicoïdales ; les extrémités des rameaux ultimes, en général au nombre de quatre pour l'ensemble des deux cymes, portent chacune une fleur femelle qu'accompagne une bractéole ».

Les auteurs condensent cette description ainsi : « l'inflorescence ♀ de houblon est une grappe de cymes, aux rameaux très courts, nées par paires à l'aisselle de feuilles réduites, en disposition alterne sur un axe aux entre-nœuds très courts. »

Le dessin ci-dessous, emprunté au travail cité plus haut, schématise cette description et montre que chaque paire de bractées recouvre quatre bractéoles c'est-à-dire quatre fleurs correspondant à un étage du rachis.

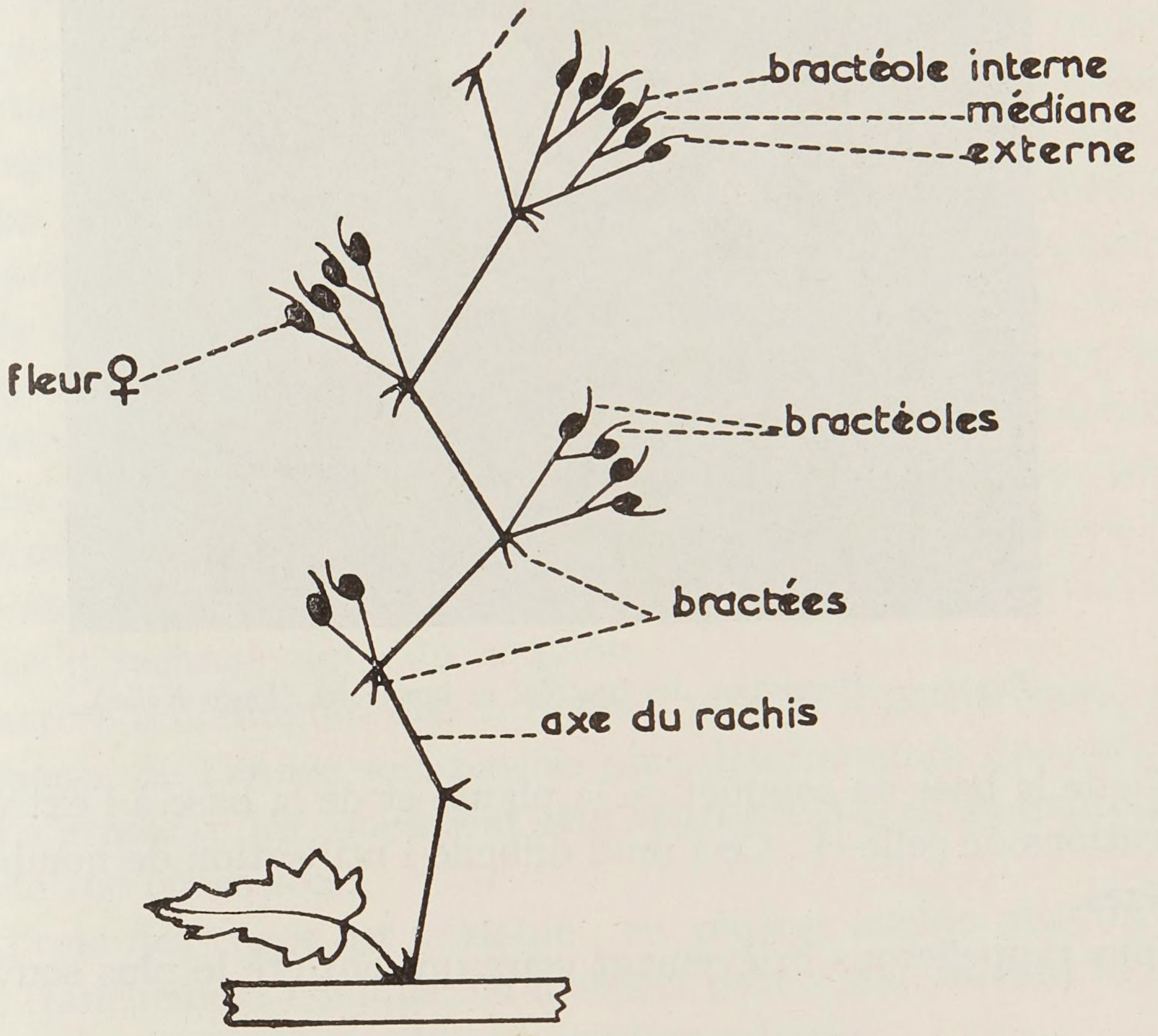


FIG. 1. — Inflorescence ♀ du houblon (cône) (*d'après F. Moreau*).

C'est la disposition qu'on retrouve en général sauf à la base des cônes où une paire de bractées peut ne correspondre qu'à une fleur (une bractéole). Au contraire, il peut arriver que le très court rameau qui porte une bractéole interne se ramifie en donnant une fleur accompagnée d'une bractéole (bractéole médiane) ; cette ramification peut intéresser un seul rameau de bractéole interne ou les deux. Selon le degré de ramification des rameaux de premier ordre de l'axe du cône, il peut donc exister à chaque paire de bractées : 2, 4, 5 ou 6 fleurs accompagnées chacune de leur bractéole.

Les éléments constitutifs principaux d'un cône sont donc : le *rachis*, c'est-à-dire l'ensemble de l'axe et de ses très courtes ramifications, les *bractées* et les *bractéoles* recouvrant la fleur ♀. Le rachis présente des articles à la base desquels se trouvent les insertions des bractées et des pédicelles floraux (cornicules) portant les 2, 4, 5 ou 6 bractéoles et fleurs ♀.

La figure 2 montre un cône partiellement « effeuillé » où l'on peut différencier bractées et bractéoles et observer à la base d'un article, les quatre cornicules.

Le cône de houblon est donc complexe, d'où la possibilité, parmi ses

nombreuses particularités, d'y trouver de bons caractères descriptifs ; mais la variabilité des cônes est très grande en raison même de leur différenciation plus ou moins accentuée, de leur développement échelonné et

FIG. 2. — Disposition des bractées et bractéoles (*Photo Koller*).

variable de la base au sommet de la plante et de la base à l'extrémité des ramifications de celle-ci . Ceci rend difficile l'utilisation de nombre de ces caractères.

Nous rappellerons brièvement ceux qui ont été le plus souvent étudiés :

a) Aspect général des cônes

GROUPEMENT DES CÔNES

Tout d'abord les cônes peuvent être en grappes plus ou moins fournies vers l'extrémité des rameaux selon le degré de ramification de ces rameaux. Ils sont aussi plus ou moins serrés en bouquets suivant la longueur des pédoncules floraux. Dans certaines variétés, le caractère « serré » des grappes de cônes est assez marqué ; la variété alsacienne *Strisselspalt* doit son nom précisément à l'aspect en bouquet. Ce caractère a une importance pratique car il facilite la cueillette en permettant de détacher plusieurs cônes à la fois sans introduire dans la récolte une proportion trop importante de tiges. La facilité de la cueillette dépend aussi de nombreux autres facteurs (fermeté des pédoncules, grosseur des cônes, etc...) : les variétés peuvent être classées à ce point de vue (BEARD F. H., 1950).

FORME ET GROSSEUR DES CÔNES

Ce sont des caractères très fluctuants selon l'habitat et l'année ; en sol riche ou avec une alimentation azotée abondante, les cônes sont très

développés et s'allongent. Cette influence varie d'ailleurs suivant le nombre de lianes laissé à chaque plante après la taille chaque année ; l'âge des plantes intervient aussi.

On peut citer comme terme ultime de cette fluctuation d'une part les cônes mal développés réduits à un petit nombre d'étages de fleurs qu'on rencontre souvent sur des plantes de l'année de la plantation ou sur des ramifications tardives mal développées, d'autre part des cônes exagérément allongés, larges. Souvent, on aperçoit dans de tels cônes, au milieu des bractées et bractéoles, des limbes foliaires plus ou moins développés. Ce sont parfois de véritables feuilles, dépassant largement les bractées : chacune de ces feuilles plus ou moins pétiolée prend naissance au niveau de l'insertion d'une paire de bractées sur le rachis où le plus généralement on ne constate à la place de ces productions foliaires qu'un appendice très court. C'est cette particularité qui permet (MOREAU) d'assimiler les deux bractées à deux stipules correspondant à une feuille généralement avortée.

La présence de tels cônes feuillus diminue considérablement la valeur marchande et technologique du houblon.

On arrive à distinguer des variétés à gros et à petits cônes, encore que l'influence de l'année soit parfois plus déterminante que celle de la variété. La grosseur des cônes peut être appréciée à l'œil ou exprimée par le poids de 100 cônes secs.

La forme des cônes est variable : en général ovoïde plus ou moins allongée, franchement conique, ou d'aspect pyramidal suivant la section du cône qui peut être arrondie ou quadrangulaire.

La forme est une caractéristique variétale intéressante, utilisée fréquemment dans les descriptions des variétés. On apprécie les variétés à cônes moyens ovoïdes.

COULEUR DES CÔNES

La couleur d'ensemble des cônes sains varie d'un vert plus ou moins foncé, à un jaune verdâtre pâle. Elle est observée le plus souvent au stade de la maturité commerciale d'un houblon, c'est-à-dire au moment de la cueillette, bien avant le jaunissement ou rougissement général qui précède de peu l'effeuillage des cônes et la dissémination des bractéoles, surtout s'il y a eu fécondation. On cueille généralement le houblon lorsque sa couleur tend au vert-jaunâtre, mais même à ce stade, et surtout quelques jours avant, on peut constater des différences entre les variétés : certaines portent d'ailleurs un nom qui rappelle leur couleur de cônes : *Tardif jaune de Bourgogne*.

Les bractées sont, sauf exception, d'un vert beaucoup plus foncé que les bractéoles.

Toute affection parasitaire du cône détériore la couleur : les tissus

atteints rougissent ou brunissent et sèchent : atteinte de Tétranyque, de mildiou (*Pseudoperonospora humuli*), de *Cladosporium*, d'oïdium (*Sphaerotheca humuli*), etc.

Des causes physiques telles que blessures, frottements dûs au vent, tachent également les cônes. Il en est de même de la surmaturité dans le cas où la récolte tarde trop.

Enfin, le conditionnement du houblon par séchage et soufrage modifie également la teinte naturelle normale des cônes.

Densité des cônes

Elle s'exprime par le rapport $\frac{10\ n}{l}$, n étant le nombre des dents, des étages du rachis (nombre d'insertions des paires de bractées) et l sa longueur.

Ce caractère a fait l'objet de nombreuses études en raison des rapports qui existeraient entre la densité et la qualité technologique du houblon : la brasserie a toujours recherché des houblons à cônes moyens, à bractées nombreuses et serrées. Cette corrélation se comprend si l'on sait que les glandes à lupuline sont surtout localisées à la base des bractées.

La densité est très fluctuante comme les autres caractères généraux du cône.

La fécondation intervient également pour modifier considérablement la densité comme d'ailleurs d'autres caractères du cône, ainsi qu'on le verra de manière plus détaillée dans l'étude des bractées.

b) **Organes constitutifs des cônes**

Rachis

Ses caractères sont liés à la densité du cône. Il est d'aspect plus ou moins fin, parfois rugueux, grossier. Les cornicules sont plus ou moins développés. Il arrive aussi que l'appendice qui existe parfois à la partie supérieure de l'insertion de deux bractées s'accroisse exagérément, comme on l'a vu plus haut : il s'agit là d'une anomalie de développement.

Sa pilosité serait variable selon les sortes (Moreau).

Bractées

On a vu que les bractées étaient des organes foliacés vert foncé, insérés par paire sur le rachis.

La morphologie de ces organes a été souvent décrite bien plus que celle des *bractéoles* où l'on remarque moins de particularités utilisables.

Le caractère le plus fréquemment étudié des bractées a été la forme générale. C'est en effet le caractère qui frappe d'abord lorsqu'on détache des bractées des cônes ; de plus, si l'on doit examiner des échantillons commerciaux provenant de balles pressées à haute densité, où les cônes sont complètement déformés, aplatis, souvent effeuillés, on peut encore en isoler les bractées. Comme l'un des buts pratiques poursuivis dans ces études est la connaissance de la nature et de l'origine du houblon, matière première de la brasserie, il est naturel que l'on ait fait tout d'abord appel à un caractère aisément saisissable, la forme d'un organe, la bractée, qu'on retrouve facilement dans le houblon conditionné tel qu'il arrive en brasserie.

On peut aussi examiner la forme de l'extrémité et de la base, la nervation, la pilosité.

L'un des premiers, WAGNER (1905) a étudié le caractère « forme des bractées » chez les variétés bavaroises. PERCIVAL cite aussi ce caractère à propos des houblons anglais. MOREAU l'a utilisé pour l'étude des variétés cultivées en Lorraine, Alsace et Bourgogne ; LAZIC également comme caractère de base dans une clef de détermination des sortes où il fait intervenir aussi la concavité de la bractée, la forme de la base, la forme de la pointe, la nervation. ISEBAERT et GEORLETTE ont aussi défini la forme des bractées d'un certain nombre de variétés cultivées ou à l'étude en Belgique. Nous-mêmes, avions entrepris l'étude de ce caractère en 1944.

III. — FORME DES BRACTÉES

Cette forme est celle d'une ellipse plus ou moins régulière ; la forme elliptique peut tendre plus ou moins à l'ovale, parfois à la forme spatulée.

Dans le cas de bractées très larges, la forme générale est arrondie ; inversement, certaines variétés ont des bractées étroites très allongées.

Si la forme générale des bractées s'inscrit bien, à première vue, dans une ellipse ou un ovale, les contours ne sont pourtant pas réguliers : l'extrémité inférieure qui correspond à l'insertion sur le rachis est plus ou moins carrée ou fermée, surtout chez les houblons à bractées allongées ; au contraire, les bractées arrondies présentent le plus souvent une base ouverte, arrondie où la trace linéaire de l'insertion est peu distincte. Le sommet de la bractée est plus ou moins acuminé ; il peut posséder une véritable pointe, plus ou moins détachée, sans être toutefois un mucron.

Les bords sont ou assez linéaires et presque parallèles, ou régulièrement courbes ; souvent, on constate une nette dissymétrie : les bords externes de deux bractées formant paire étant en général plus arrondis et les bords internes plus linéaires. Cette dissymétrie est plus marquée dans les houblons à bractées larges arrondies.

Il arrive parfois que les deux bractées d'une paire ne sont pas libres mais connées, soudées à leur base. Cette soudure peut même être si complète que les deux bractées ne constituent plus qu'une pièce foliacée unique où même les deux pointes des extrémités ne se distinguent plus. Nous avons constaté cette tendance sur certains clones de *Tettnang*.

Les bractées ne sont pas planes, mais chez certains houblons, elles sont très creusées en cuiller, en carène : on ne peut les étaler sans qu'elles se plissent fortement et même se rompent radialement à partir du bord.

Ce caractère a été utilisé notamment par LAZIC ; il est très accentué par exemple dans le houblon *Hallertau* et la variété alsacienne *Sämling*.

WAGNER a insisté aussi sur cette forme carénée et sur les difficultés qu'elle entraîne pour caractériser la forme de la bractée par la mesure de sa surface.

A. Matériel étudié

La présente étude de la forme générale des bractées a été entreprise dans le but d'apporter quelques précisions sur ce caractère et de déterminer sa valeur.

Il s'agit surtout d'une vérification des observations visuelles qui d'emblée distinguent facilement dans une collection un peu étendue de houblons, ceux qui ont des bractées larges, arrondies ou au contraire étroites, presque en languettes à bords parallèles. Entre ces deux termes extrêmes, se situe toute une gamme de formes intermédiaires.

Le matériel étudié a été prélevé dans une partie de la collection que nous avons commencé à constituer en 1943 à l'École d'Agriculture de Beaune.

Les boutures d'origine provenaient :

a) De la collection de Custines, maintenue et suivie par M. CHEVALIER, Professeur à l'École de Brasserie de Nancy, qui l'a établie en 1933. Cette collection a été constituée à partir du matériel réuni par M. MOREAU, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, en 1922 et 1923, planté au Grand Séminaire et au Jardin Botanique de Nancy, transféré ensuite à Dieulouard par la Station Agronomique de Nancy. Mais en raison des transplantations, des bouturages pour le remplacement des manquants, on ne peut être sûr maintenant de la filiation de ces éléments de notre collection à partir de celle de Lorraine. Ce matériel comprenait à l'origine des clones de houblons cultivés en France et à l'étranger ainsi que des plantes issues de semis faits par MOREAU. Il s'était accru ensuite notamment par les introductions de plants belges (Van Droogenbroeck) par M. CHEVALIER en 1934. Il est toutefois probable que nous avons étudié un certain nombre de plantes suivies par MOREAU.

b) De prélèvements ou d'envois provenant de plantations de Bour-

gogne (Bèze, Saint-Julien, Tilchatel, Rivières-les-Fosses), de Lorraine (Vandières, Lucey), de Flandre (Meteren, Poperinghe, École de Wagnonville), d'Alsace (Ittenheim).

c) De variétés reçues depuis 1945 de l'Institut National Belge du Houblon, du Collège d'Agriculture de Wye, de la Station d'essais du Houblon de Hull et du Bundessortenamt für Nutzpflanzen de Bonn (Allemagne), de la Coopérative houblonnière de Zalec (Yougoslavie), etc...

La multiplication végétative des plantes issues des boutures d'origine a permis de constituer par provenance un ou plusieurs clones qui ont fait l'objet des observations et des mesures. Celles-ci ont donc porté pendant plusieurs années sur les mêmes plantes des mêmes clones ou sur des lignées clonales. L'origine géographique et la filiation immédiate des plantes examinées sont donc connues. Ce ne fut pas toujours le cas dans certaines études portant sur des échantillons commerciaux ou des récoltes de plantations diversement conduites et ayant toute chance d'être constituées par des mélanges de clones, souvent même de variétés. Notre but étant d'examiner d'abord la valeur de la forme de la bractée comme caractéristique variétale, il importait d'utiliser du matériel génétiquement sûr et cultivé dans les mêmes conditions dans un même lieu.

Dans le présent travail, les sortes étudiées sont désignées par leur nom d'origine, le numéro du clone (chiffre romain) et les coordonnées de la plante, ligne et rang (chiffres arabes), dans la collection de Beaune.

B. Méthode de travail

Mesures des bractées

Pour faciliter l'examen, les bractées ont été rangées, à l'aide d'un point de colle, côte à côte, entre deux plaques de verre du format 12 cm × 7 cm, bordées par un ruban adhésif. On a ainsi une préparation maniable permettant l'observation visuelle directe ou à la loupe binoculaire par réflexion ou transparence. De tels sous-verres sont faciles à conserver et à classer et peuvent être éventuellement photographiés.

Dans les préparations, on peut facilement observer les 2 faces des bractées, interne et externe, en retournant les plaques. Toutefois, cette disposition n'est pas très favorable à l'examen de la dissymétrie plus ou moins grande : il serait préférable pour ce caractère de retourner toutes les bractées prélevées à droite — ou à gauche — sur chaque paire ; elles seraient ainsi « semblablement » orientées quant à leur forme générale.

Pour chaque plante examinée, on a monté ainsi une préparation contenant une vingtaine de bractées provenant de plusieurs cônes. Un repère au crayon gras sur les plaques permet de séparer chaque série de bractées d'un même cône.

La manipulation des bractées sèches, qui sont fragiles, et leur étalement sur les plaques sont facilités en les ramollissant quelques instants dans la vapeur d'eau.

La longueur et la largeur maximum des bractées ont été mesurées à l'aide d'un compas à pointes sèches, en mm et 1/10e de mm. Le rapport entre la moyenne des longueurs et la moyenne des largeurs des bractées mesurées a servi à caractériser la forme générale de la bractée de chaque plante.

Échantillonnage des cônes

Dans toute la mesure du possible, on a marqué, en vue du prélèvement des cônes destinés aux observations, des plantes normalement développées, de vigueur semblable. Mais pour des causes diverses (attaques de parasites animaux ou végétaux, viroses, destruction accidentelle de tiges par les façons culturales, etc...) on est parfois obligé d'éliminer de la récolte des plantes précédemment suivies ; ceci explique le petit nombre de plantes par clone qu'il a été possible de suivre sans interruption de 1946 à 1950.

A la cueillette, on a limité le prélèvement aux cônes du tiers supérieur de la plante afin d'avoir des échantillons plus homogènes.

Sur cette récolte, et après séchage à l'air, on a fait un nouveau prélèvement dans lequel furent choisis pour les mensurations quelques cônes représentatifs au point de vue forme et grosseur.

En raison de la nature même du matériel, ce travail d'échantillonnage progressif est assez délicat et doit être conduit avec soin.

On aurait pu recourir au procédé plus simple consistant à cueillir seulement quelques cônes à l'extrémité des ramifications situées à un niveau défini sur les plantes, mais le choix eût été alors bien subjectif et l'échantillon risquait d'être assez peu représentatif de l'ensemble de la récolte de la plante.

Il faut naturellement éviter de prendre des cônes « feuillus » s'il s'en trouve encore dans la récolte malgré l'élimination des plantes à végétation trop exubérante.

Prélèvement des bractées sur les cônes

Position des bractées

En examinant toutes les bractées d'un cône, on remarque que leur forme est très variable : les bractées de la base du cône sont plus petites, plus courtes et larges ; celles du sommet du cône sont au contraire plus étroites. (Fig. 3).

Il en résulte qu'il convient de ne retenir pour les mensurations que les bractées détachées dans la partie médiane du cône.

FIG. 3. — Variation de la forme des bractées dans un cône. — Variété « Fuggles ». (*Photo Koller*).

Influence de la fécondation

L'abondance de cônes « graineux » a été normale en France pendant longtemps dans les houblons du Nord en raison de l'utilisation de variétés telles que *Buvrinnes* qui, selon les planteurs, ne donnent une récolte satisfaisante que si l'on assure la fécondation des cônes par la présence dans les houblonnières de plantes mâles. Mais cette pratique, si dommageable à la qualité technologique du houblon, tend à disparaître depuis quelques années : en même temps que les variétés locales de houblon sont remplacées par d'autres, on arrache systématiquement les plantes mâles ; toutefois, dans toutes les régions houblonnières françaises, il existe des houblons « sauvages » mâles et femelles dans les haies, le long des cours d'eau, et malgré l'arrachage des pieds mâles — légalement obligatoire en Côte d'Or par exemple depuis 1901 et dans le Nord depuis 1954 — il est bien rare qu'on ne rencontre pas dans les récoltes, une proportion, assez faible sans doute, de cônes plus ou moins complètement fécondés.

L'importance de la fécondation varie d'une année à l'autre et dépend, dans un même lieu, de la concordance entre l'émission du pollen des plantes mâles sauvages et la floraison des houblonnières. Cette condition paraît moins facilement remplie en Bourgogne pour les variétés précoces qui semblent moins graineuses que les tardives.

Il peut arriver également que le pourcentage de graines dans la récolte tombe à un taux très bas lorsque les houblons sauvages sont très atteints par le mildiou, ce qui réduit ou supprime l'émission du pollen ou,

entraîne même la destruction des inflorescences ♂, comme cela fut le cas en 1949 en Bourgogne.

Bien que pratiquement la présence de plantes mâles à proximité de la houblonnière soit la cause principale et normale de la fécondation des cônes, il faut signaler aussi l'éventualité de graines parthénogénétiques, hypothèse « improbable mais non impossible » selon TOURNOIS.

Les cônes graineux doivent être rejetés de toute étude des caractères morphologiques du cône en raison des modifications bien connues que la fécondation entraîne ; les principales sont : allongement du rachis, d'où diminution de la densité, forte accrescence des bractées et bractéoles qui modifie considérablement leurs dimensions et leur forme.

TABLEAU 1

Influence de la fécondation sur la forme de la bractée

	Cône graineux			Cône non graineux		
	L	l	L/l	L	l	L/l
Strisselspalt 13-12 (Récolte 1948) ...	17,7	11,7	1,51	15,2	11,2	1,36
	18,3	11,5	1,59	15,2	10,5	1,45
	18,2	12,4	1,47	15,6	11,5	1,36
	19,3	11,5	1,68	15,5	11,2	1,38
	17,9	11,1	1,61	14,7	10,5	1,40
	18,2	10,2	1,78	16,0	10,4	1,54
	21,0	11,0	1,91	15,5	11,2	1,38
	19,6	10,4	1,88	14,1	9,6	1,47
Moyenne.....	18,8	11,2	1,68	15,2	10,8	1,41

	Cônes partiellement graineux					
	Fleurs fécondées			Fleurs non fécondées		
	L	l	L/l	L	l	L/l
Précoce de Gerbeviller 6-19 (Récolte 1950)	20,5	9,9	2,07	20,8	9,0	2,31
	22,5	9,4	2,39	18,8	9,6	1,96
				18,6	10,0	1,86
				17,6	9,5	1,85
				19,5	9,4	2,07
				18,5	9,6	1,93
Moyenne.....	21,5	9,7	2,23	19,0	9,5	2,00
Petit Vert de Lucey 16-24 (Récolte 1950)	21,4	12,4	1,73	17,1	10,3	1,66
	21,4	11,3	1,89	18,0	10,5	1,71
	21,5	11,3	1,90	17,1	11,1	1,54
				16,8	10,5	1,60
Moyenne.....	21,4	11,7	1,83	17,3	10,6	1,63

Dans la Tableau I, les mensurations effectuées sur un cône très graineux de *Strisselspalt* montrent que la longueur est augmentée de 23,6

p. 100, la largeur de 3,7 p. 100 par comparaison avec un cône non graineux. Le rapport L/*l* passe de 1,41 à 1,68, soit un accroissement de 19,1 p. 100.

Dans le cas de cônes partiellement graineux de la variété *Précoce de Gerbeviller*, les mesures des bractées correspondant à des fleurs fécondées, montrent des accroissements analogues de 23,7 p. 100 pour la longueur, 10,4 p. 100 pour la largeur et de 12,3 p. 100 pour le rapport L/*l*. Dans la variété *Petit Vert de Lucey*, les augmentations sont respectivement de 13,1 p. 100, 2,1 p. 100 et 11,5 p. 100.

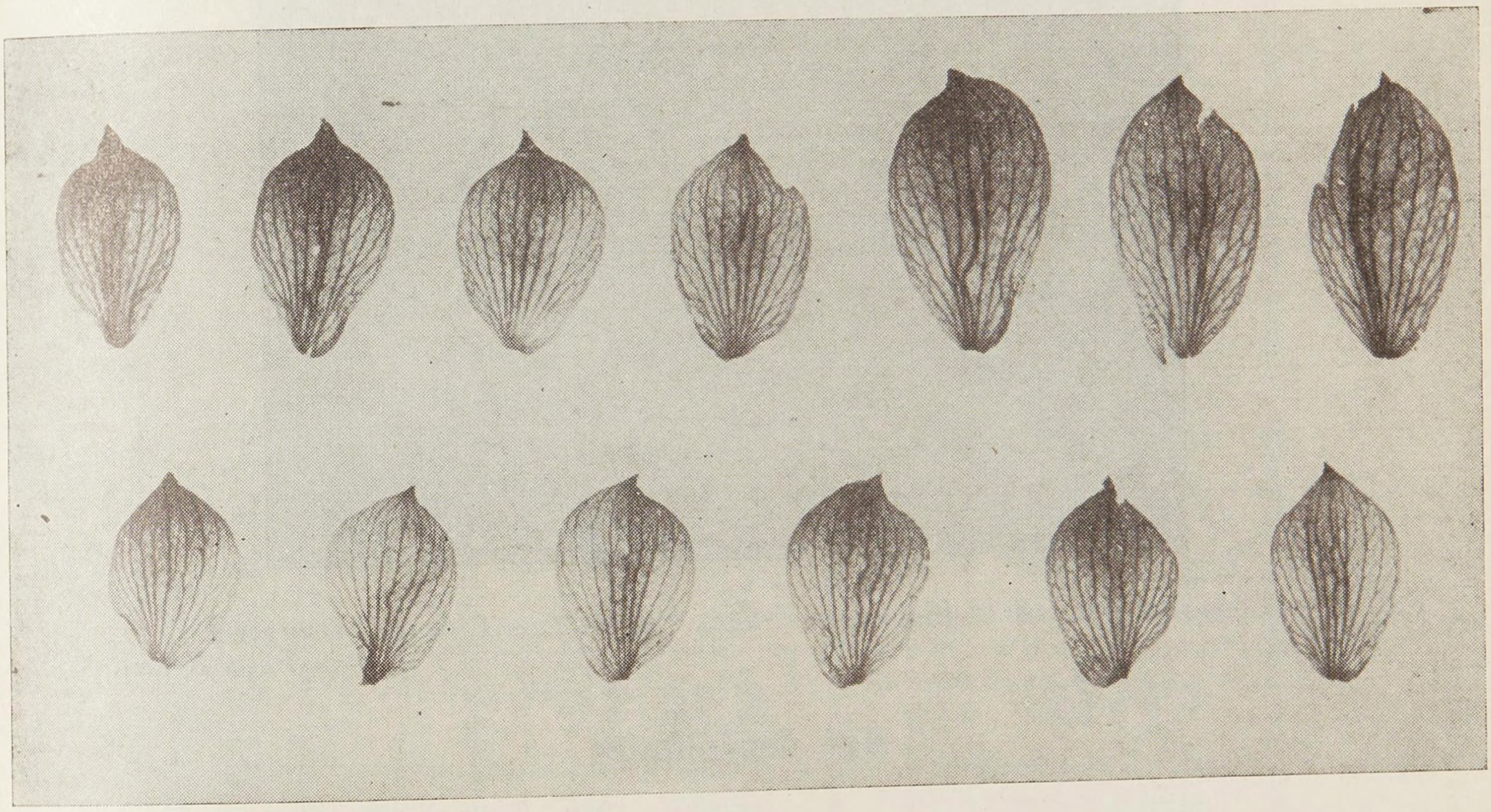


FIG. 4. — *En haut* : trois bractées de fleurs fécondées (à droite) et bractées de fleurs non fécondées du même cône. *En bas* : bractées d'un cône non « graineux ». — (Variété « Petit Vert de Lucey ») (*Photo Koller*).

Il est à remarquer que, dans tous ces cas, la largeur est bien moins augmentée que la longueur.

MOREAU a constaté des modifications analogues, mais moins fortes, sur des cônes partiellement graineux de houblon de Lorraine : 7,7 p . 100 pour la longueur et 6,7 p. 100 pour la largeur.

Cet auteur a montré également que cette influence de la fécondation sur les bractéoles est plus considérable que sur les bractées et que toutes les variétés ne se comportaient pas de la même manière à cet égard. Il est probable que de telles différences variétales existent aussi quant à l'accrescence des bractées comme le laisse supposer la comparaison des deux variétés *Petit Vert de Lucey* et *Précoce de Gerbeviller*, toutes deux de la récolte 1950.

D'autre part, l'influence de l'année peut modifier dans une certaine mesure les dimensions des bractées en l'absence de toute fécondation.

La conclusion principale de ces mesures de bractées des fleurs fécondées est qu'elles s'allongent plus qu'elles ne s'élargissent : la forme générale

en est très modifiée comme l'indique le rapport L/*l*. Il est donc indispensable de ne pas utiliser de cônes fécondés, même partiellement, pour l'examen de la forme de la bractée.

Les cônes graineux sont d'ailleurs faciles à reconnaître à leur aspect plus allongé, plus lâche et aux bractéoles qui dépassent fortement les bractées dans toute fleur fécondée (fig. 5).

FIG. 5. — Cône non graineux et graineux (à droite). Variété *Tardif jaune de Bourgogne*. (*Photo Koller*).

Age des plantes

La reprise des boutures et le développement des plantes l'année de la plantation sont très variables ; ils dépendent des diverses conditions de la plantation : état des boutures, travail du sol, fumure, mais surtout du climat, et souvent à Beaune, la faiblesse des précipitations au printemps a été une cause de reprise difficile lorsque l'on a constitué la collection d'études. Si les boutures prélevées dans les houblonnières de la région ou d'Alsace, de Lorraine et de Flandre, ont généralement pu être plantées peu de temps après leur prélèvement, il n'en a pas toujours été de même des boutures provenant de l'étranger et arrivant plus ou moins desséchées en raison des délais d'acheminement. Toutefois, nombre des variétés de la collection ont eu un développement suffisant la première année et ont fleuri. Il était intéressant de savoir si les dimensions et la forme des bractées de ces cônes de première année différaient ou non de ceux récoltés sur ces mêmes plantes la deuxième année après une végétation plus normale.

Cette comparaison a été faite pour quatre variétés plantées en 1943 et cinq plantées en 1946. Le tableau II donne les mesures.

Pour les variétés plantées en 1943, la longueur des bractées cette année même est soit légèrement inférieure, soit légèrement supérieure à

Tableau II

Influence de l'âge de la plante

	L			l			L/l			L/l moyen		
	1943	1944	Diff. 43-44	1943	1944	Diff. 43-44	1943	1944	Diff. 43-44	44 à 50	43 à 50	
Rothopfen Saazengegend-II-9-21	17,1	19,4	— 2,3	7,6	8,1	— 0,5	2,25	2,39	— 0,14	2,24	2,24	1943 = sèche
Zelena Dubsky-II-10-25	18,5	18,4	+ 0,1	8,8	9,4	— 0,6	2,10	1,96	+ 0,14	1,91	1,94	1944 = sèche au printemps
Tettnang Précoce-X-8-13	17,3	19,2	— 1,9	8,1	9,3	— 1,2	2,14	2,06	+ 0,08	1,97	1,99	
Précoce de Bourgogne-III-5-6	17,6	17,2	+ 0,4	8,3	8,7	— 0,4	2,12	1,98	+ 0,14	1,97	1,99	
Moyenne	17,6	18,5	— 0,9 — 4,9 %	8,2	8,9	— 0,7 — 7,9 %	2,15	2,10	+ 0,05 + 2,4 %	2,02	2,04	

	1946	1947	Diff. 46-47	1946	1947	Diff. 46-47	1946	1947	Diff. 46-47	47 à 50	46 à 50	
H. 67-I-12-23	17,2	19,9	— 2,7	6,5	7,8	— 1,3	2,65	2,55	+ 0,10	2,44	2,42	
Brewers Favouriet-I-18-11	15,6	13,4	+ 2,2	8,7	8,1	+ 0,6	1,79	1,65	+ 0,14	1,72	1,73	1946 = normale
Brewers Gold-XII-19-22	19,8	17,6	+ 2,2	11,5	10,2	+ 1,3	1,72	1,73	— 0,01	1,72	1,72	1947 = sèche
Bullion Hop-IV-18-10	20,4	18,7	+ 1,7	12,0	10,7	+ 1,3	1,70	1,75	— 0,05	1,67	1,67	
Petit vert de Lucey-III-16-25	17,7	15,7	+ 2,0	10,5	9,0	+ 1,5	1,69	1,74	— 0,05	1,75	1,74	
Moyenne	18,2	17,1	+ 1,1 + 6,4 %	9,8	9,2	+ 0,6 + 6,5 %	1,91	1,88	+ 0,03 + 1,6 %	1,86	1,86	

Tableau III

Longueur, Largeur et rapport L/l de la Bractée

Variétés	Glones et plantes	1946			1947			1948			1949			1950			L/l moyen (plante)	L/l moyen (clone)
		L	l	L/l	L	l	L/l	L	l	L/l	L	l	L/l	L	l	L/l		
Hybride 67 (Met) .	I 12-23	17,2	6,5	2,65	19,9	7,8	2,55	18,9	8,7	2,17	18,5	7,4	2,50	17,6	7,9	2,23	2,42	2,42
Hallertau (Cust.) ..	I 9-22	16,1	7,2	2,24	15,5	7,0	2,21	21,0	8,9	2,36	18,7	7,4	2,53	19,9	8,5	2,34	2,34	2,34
Styries (Cust.)....	I 3-3	17,3	7,7	2,25	16,2	7,4	2,19	18,3	7,3	2,51	15,0	7,0	2,14	16,9	8,1	2,09	2,24	2,27
	» 3-4	16,8	6,5	2,58	16,1	7,5	2,15	21,0	8,5	2,47	15,7	7,5	2,09	16,9	7,7	2,19	2,30	
Groene Bel (IBH) .	I 18-24	—	—	—	16,5	7,6	2,17	18,9	8,2	2,30	16,4	7,4	2,22	16,3	7,2	2,26	2,24	2,24
Saaz (Wag.)	II 9-4	18,1	7,8	2,32	20,7	9,2	2,25	18,7	8,7	2,15	17,7	8,0	2,21	18,7	8,4	2,23	2,23	2,23
Tardif jaune de Bourgogne (Til) .	III 13-10	16,4	7,3	2,25	17,3	8,4	2,06	16,7	8,1	2,06	14,8	7,3	2,03	19,0	8,0	2,38	2,16	2,16
	IV 15-3	18,1	7,9	2,29	12,7	6,3	2,02	17,4	7,7	2,26	13,4	6,5	2,06	14,3	7,1	2,01	2,13	2,13
Samling (Cust.) ...	I 13-23	—	—	—	—	—	—	16,9	8,1	2,09	16,2	6,9	2,35	16,5	7,3	2,26	2,25	2,15
	» 13-22	—	—	—	—	—	—	15,5	7,7	2,01	15,0	7,7	1,95	17,4	8,0	2,18	2,05	
Rothopfen-Saaz (Cust.)	II 9-20	17,5	8,3	2,11	19,6	9,3	2,11	17,3	8,6	2,01	17,4	8,7	2,00	20,6	9,2	2,24	2,09	2,09
	» 9-21	18,6	8,3	2,24	19,4	8,8	2,20	16,2	9,6	1,69	19,4	9,1	2,13	18,4	8,3	2,22	2,10	
Polonais (St-Jul.) .	I 8-18	20,4	9,2	2,22	21,2	9,7	2,19	18,7	9,1	2,05	18,3	8,8	2,08	18,3	8,5	2,15	2,14	2,09
	» 8-20	18,5	9,1	2,03	19,1	9,0	2,12	18,2	9,5	1,92	17,8	9,1	1,96	18,0	8,3	2,17	2,04	
	II 8-22	18,9	8,8	2,15	20,0	9,3	2,15	16,6	9,3	1,78	—	—	—	—	—	—	2,03	1,99
	» 8-23	17,6	8,9	1,98	18,9	9,1	2,08	17,6	9,9	1,78	—	—	—	—	—	—	1,95	
Fuggles (Pop.)....	IV 12-17	16,5	7,8	2,12	16,9	8,3	2,04	18,7	9,2	2,03	14,0	6,7	2,09	18,2	8,6	2,12	2,08	2,08
Zatec (Cust.)	II 9-11	16,4	7,9	2,08	18,7	9,3	2,01	18,3	8,7	2,10	—	—	—	—	—	—	2,06	2,07
	» 9-12	17,3	8,0	2,16	18,2	9,1	2,00	16,5	8,8	1,88	18,8	8,7	2,16	19,7	8,8	2,24	2,09	
	» 9-13	19,5	8,4	2,32	19,7	8,9	2,21	17,5	9,5	1,84	18,6	8,5	2,19	19,2	8,5	2,26	2,16	
Hybride 9 (Wag.) .	III 15-25	15,0	7,0	2,14	15,3	7,4	2,07	17,7	8,6	2,06	13,8	7,2	1,92	16,4	8,3	1,98	2,03	2,03
Auscha (Cust.)	II 10-10	—	—	—	—	—	—	16,8	9,3	1,81	16,4	8,3	1,98	19,5	9,3	2,10	1,96	2,01
	» 10-13	—	—	—	—	—	—	18,8	9,6	1,96	16,9	8,0	2,11	18,1	8,6	2,10	2,06	

Hybride 5/69 (IBH)	II 17-5	—	—	—	15,3	6,9	2,22	18,1	8,5	2,13	10,7	6,2	1,73	17,0	8,9	1,91	2,00	2,00
Précoce de Bourgogne (Bèze)	III 5-6	16,6	8,3	2,00	18,3	8,6	2,13	16,2	9,4	1,72	15,9	8,2	1,94	16,8	8,1	2,07	1,97	1,92
	» 5-7	15,7	8,2	1,91	16,8	8,4	2,00	17,5	10,0	1,75	14,2	7,5	1,89	16,7	8,9	1,88	1,89	
	» 5-8	15,7	8,2	1,91	16,0	8,5	1,88	16,6	9,3	1,78	14,4	8,0	1,80	18,2	8,5	2,14	1,90	
	XII 3-9	16,9	9,0	1,88	18,0	9,5	1,89	16,0	8,8	1,82	16,9	9,0	1,88	18,9	9,2	2,05	1,90	1,91
	» 3-11	15,8	8,1	1,95	17,5	9,4	1,86	16,5	8,8	1,88	18,3	9,8	1,87	17,4	8,6	2,02	1,92	
Tettnang Précoce (St-Jul.)	X 8-13	16,7	8,9	1,88	18,1	9,6	1,88	18,1	9,1	1,99	16,8	8,2	2,05	17,7	9,2	1,92	1,94	1,90
	» 8-14	16,0	8,7	1,84	19,0	9,7	1,96	16,7	8,9	1,88	15,0	8,7	1,72	17,2	9,0	1,91	1,86	
Zelena Dubsky (Cust.)	II 10-25	18,3	9,3	1,97	21,0	11,3	1,86	19,3	10,1	1,91	18,6	9,8	1,90	18,1	9,7	1,87	1,90	1,90
Précoce de Gerbeviller (Cust.)	VI 7-4	15,2	8,9	1,71	18,0	10,2	1,76	19,1	9,9	1,93	—	—	—	—	—	—	1,80	1,80
	III 6-19	14,9	9,1	1,64	16,0	9,8	1,63	19,5	10,8	1,81	15,7	8,8	1,78	18,0	9,1	1,98	1,77	1,77
	» 6-20	16,5	8,9	1,85	17,2	9,3	1,85	18,5	11,2	1,65	15,6	8,8	1,77	16,0	9,2	1,74	1,77	
Brewers Gold (Wye)	X 19-20	—	—	—	24,0	12,9	1,86	19,6	10,2	1,92	19,4	11,6	1,67	17,9	10,6	1,69	1,79	1,79
	XII 19-22	19,8	11,5	1,72	17,6	10,2	1,73	17,9	9,8	1,83	21,2	12,3	1,72	18,1	11,4	1,59	1,72	1,72
Précoce de Dieulouard (Cust.)	II 7-22	17,3	9,9	1,75	17,4	9,8	1,78	16,4	9,8	1,67	15,8	9,5	1,66	17,3	9,0	1,92	1,76	1,78
	» 7-23	15,2	8,8	1,73	19,0	9,8	1,94	17,0	9,4	1,81	15,8	8,6	1,84	17,4	9,4	1,85	1,83	
	» 7-24	15,4	9,4	1,64	17,4	10,2	1,71	17,6	9,3	1,89	15,4	8,8	1,75	17,3	9,5	1,82	1,76	
Spalt (Itt.)	IV 15-11	—	—	—	—	—	—	18,6	10,4	1,79	14,2	8,2	1,73	18,1	9,7	1,87	1,80	1,77
	» 15-12	—	—	—	—	—	—	18,2	10,0	1,82	14,6	8,6	1,70	16,7	9,7	1,72	1,75	
	I 15-4	—	—	—	—	—	—	17,4	10,3	1,69	11,7	7,0	1,67	16,1	9,3	1,73	1,69	1,71
	» 15-5	—	—	—	—	—	—	17,8	9,9	1,80	14,1	8,9	1,58	19,6	10,9	1,80	1,73	
Brewers Favouriet (Wye)	III 18-14	—	—	—	14,2	8,6	1,65	16,3	8,6	1,90	13,6	8,2	1,66	15,0	8,4	1,79	1,75	1,75
	I 18-11	15,6	8,7	1,79	13,4	8,1	1,65	15,2	8,4	1,81	11,6	7,0	1,66	16,4	9,3	1,76	1,73	1,73
Petit vert de Lucey (Lucey)	III 16-24	—	—	—	—	—	—	18,5	10,3	1,80	14,0	8,3	1,69	16,2	9,7	1,67	1,72	1,73
	» 16-25	17,7	10,5	1,69	15,7	9,0	1,74	17,8	10,3	1,73	15,8	9,4	1,68	18,0	9,7	1,86	1,74	
Tardif de Bourgogne (Bèze)	XIX 4-9	15,3	9,2	1,66	16,4	10,2	1,61	18,7	10,9	1,72	18,0	10,4	1,73	17,2	10,5	1,64	1,67	1,64
	» 4-10	14,9	9,0	1,66	11,5	7,9	1,46	19,2	11,6	1,66	15,2	9,4	1,62	18,9	11,2	1,69	1,62	
Bullion Hop (Wye)	III 18-5	—	—	—	16,1	10,0	1,61	18,5	11,5	1,61	13,7	9,7	1,41	18,4	12,5	1,47	1,53	1,60
	» 18-10	20,4	12,0	1,70	18,7	10,7	1,75	17,6	10,8	1,63	17,0	11,4	1,49	20,3	11,3	1,80	1,67	
Strisselspalter (Itt.)	I 13-12	—	—	—	—	—	—	15,2	10,0	1,52	14,5	9,4	1,54	18,1	10,7	1,69	1,58	1,58

(*) *Provenance des boutures d'origine: Met.:* Meteren (Nord); *Cust.:* Custines (M.-et-M.); *IBH:* Institut National Belge du Houblon; *Wag.:* École d'Agriculture de Wagnonville (Nord); *Til.:* Tilchatel (Côte-d'Or); *St-Jul.:* St-Julien (Côte-d'Or); *Pop.:* Poperinghe (Belgique); *Bèze:* Bèze (Côte-d'Or); *Wye:* Agricultural College, Wye (Kent, Angleterre); *Itt.:* Ittenheim (Bas-Rhin); *Lucey:* Lucey (M.-et-M.).

la longueur observée l'année suivante ; la largeur montre plus nettement une tendance à être moins forte l'année de la plantation. Il en résulte que le rapport L/*l* est un peu plus élevé cette année-là chez trois plantes sur quatre.

Au contraire, dans le cas des variétés plantées en 1946, on remarque que les mesures de longueur et de largeur des bractées sont plus fortes qu'en 1947, sauf pour une plante. Le rapport L/*l* se trouve dans trois cas sur cinq un peu plus faible l'année de la plantation que l'année suivante.

Il est vraisemblable que ces observations ne traduisent pas forcément des modifications de dimensions et de forme attribuables à l'état juvénile des plantes, mais peut-être simplement des différences individuelles de reprise, de rapidité de développement, de végétation, liées au climat de l'année de la plantation et de la suivante.

Ces différences sont faibles et la comparaison des moyennes générales de 1943-50 ou 1946-50 montre que celles-ci sont très peu ou même pas modifiées si l'on y incorpore ou non les mesures de première année. On peut donc, sans grande erreur, utiliser dans les séries de mesures pour l'étude de la forme des bractées les cônes récoltés l'année de la plantation, au moins quand le développement de la plante n'a pas été trop faible.

C. Résultats des mesures

Il a été dit que, pour chaque clone, on a examiné chaque année sur une ou plusieurs plantes — toujours les mêmes — quelques bractées (3 à 10) prélevées vers le milieu de trois à cinq cônes choisis aussi représentatifs que possible de la récolte par échantillonnage progressif.

D'autre part, toutes les plantes étudiées ayant été cultivées dans la même houblonnière, conduite sur fil de fer, les conditions de culture ont été aussi comparables que possible pour toutes les variétés. Malgré le nombre relativement restreint des mesures effectuées sur la récolte de chaque plante, les résultats que nous donnons se prêtent aux comparaisons au point de vue étude d'un caractère variétal.

Malgré ces conditions et la précaution d'éliminer les plantes à végétation anormale, la fluctuation des dimensions des bractées et aussi du rapport L/*l* est assez grande. Aussi, donnons-nous dans le tableau III, rassemblant les séries de mesures les plus complètes de 1946 à 1950, les moyennes de L, *l* et L/*l*, *par plante*, ce qui permet de se rendre compte de l'importance de la fluctuation individuelle. Indiquons que ces valeurs moyennes de L, *l* et L/*l* de chaque plante ont été calculées sur l'ensemble des mesures de bractées des quelques cônes examinés.

On aurait pu établir la longueur et la largeur moyennes et le rapport L/*l* moyen pour chaque cône d'une plante puis calculer ensuite la moyenne des *n* cônes de la plante, en considérant ainsi le cône comme entité élé-

mentaire ; mais le nombre très variable et restreint des bractées examinées par cône a fait rejeter ce procédé.

Pour des raisons de même ordre, il n'est pas possible d'appliquer valablement à l'étude de la fluctuation dans les cônes et les plantes les méthodes statistiques : on pourra toutefois, par l'examen des valeurs extrêmes de ces mesures, se rendre compte de l'importance des écarts observés entre cônes d'une même plante, et entre plantes d'un même clone.

Écarts entre cônes d'une plante

Nous donnons dans le tableau IV les valeurs extrêmes du rapport L/*l* de 1946 à 1950 des cônes d'une plante pour trois variétés chez lesquelles ce rapport est élevé (*Hallertau*), moyen (*Tettnang*) et faible (*Bullion Hop*).

Tableau IV

Fluctuation de L/l entre cônes d'une plante

	1946	1947	1948	1949	1950
Hallertau-I-9-22					
Extrêmes	2,26-2,20	2,31-2,14	2,37-2,34	2,73-2,24	2,37-2,25
Amplitude	0,06	0,17	0,03	0,49	0,12
Amplitude % de moyenne	2,7	7,7	1,3	19,4	5,1
Tettnang-X-8-13					
Extrêmes	1,93-1,81	1,97-1,74	2,39-1,73	2,07-1,98	2,14-1,84
Amplitude	0,12	0,23	0,66	0,09	0,30
Amplitude % de la moyenne	6,4	19,7	33,2	4,4	15,6
Bullion Hop-IV-18-10					
Extrêmes	1,80-1,62	1,93-1,58	1,69-1,56	1,55-1,40	1,84-1,72
Amplitude	0,18	0,35	0,13	0,15	0,12
Amplitude % de la moyenne	10,6	20,0	8,0	10,1	6,8

On voit que les écarts peuvent être accidentellement très grands certaines années entre les différents cônes d'une plante. Des résultats sont aberrants comme dans le cas d'*Hallertau* en 1948 et même en 1949, ou encore de *Bullion Hop* en 1947 et ce, malgré l'aspect apparemment normal et représentatif des cônes retenus pour les examens.

Écarts entre plantes d'un clone

Nous reprendrons dans le tableau V les valeurs extrêmes de L/*l* des clones *Précoce de Dieulouard-II* et *Précoce de Bourgogne-III* dans lesquels trois plantes ont été régulièrement suivies :

Tableau V

Fluctuation de L/l entre plantes d'un clone

	1946	1947	1948	1949	1950
Précoce de Dieulouard II					
Extrêmes	1,75 – 1,64	1,94 – 1,71	1,89 – 1,67	1,84 – 1,66	1,92 – 1,82
Amplitude	0,11	0,23	0,22	0,18	0,10
— % de la moy.	6,4 %	12,7 %	12,3 %	10,3 %	5,4 %
Précoce de Bourgogne III					
Extrêmes	2,00 – 1,91	2,13 – 1,88	1,78 – 1,72	1,94 – 1,80	1,88 – 2,14
Amplitude	0,09	0,25	0,06	0,14	0,26
— % de la moy.	4,6 %	12,5 %	3,4 %	7,4 %	12,8 %

Les écarts extrêmes des mesures sont moins élevés entre plantes d'un clone qu'entre cônes d'une plante.

Il convient de tenir compte de l'importance de ces écarts dans l'utilisation du rapport L/*l* comme caractère variétal. Sa signification sera naturellement d'autant plus grande qu'on aura à faire à des variétés très différentes à ce point de vue.

Variation annuelle du rapport L/*l* (*fig.* 6)

Elle a été déterminée, non sur l'ensemble des résultats du tableau III, mais en utilisant les séries de mesures de 1946-50 de L/*l* des sept clones suivants :

Hybride 67	I	Rapport moyen 1946-50 = 2,42
Hallertau	I	— = 2,34
Tettnang Précoce	X	— = 1,90
Précoce de Bourgogne	XII	— = 1,91
Précoce de Bourgogne	III	— = 1,92
Tardif de Bourgogne	XIX	— = 1,64
Bullion Hop	III	— = 1,60

Dans ces clones, les rapports L/*l* sont élevés pour les deux premières variétés, moyens pour les deux suivantes et faibles pour les deux dernières: ils couvrent donc toute la gamme des rapports observés sur l'ensemble du matériel.

On a considéré que l'ensemble des mesures d'une année constituait une répétition. L'analyse de la variance de l'ensemble des mesures montre qu'il n'y a aucune différence significative entre les années ; par contre, la signification est très grande entre clones :

	Degrés de liberté	Variance	
	—	—	
Années	4	75	NS
Clones	6	4804	S
Erreur	24	140	
	d = 0,15 à 0,05		
	= 0,21 à 0,01		

Pour le matériel considéré et étudié de 1946 à 1950, le rapport L/*l* apparaît donc comme utilisable pour différencier les clones avec une bonne probabilité.

IV. — CLASSEMENT DES VARIÉTÉS

De 1946 à 1950, les rapports L/*l* annuels sont compris, en considérant l'ensemble de toutes les plantes de toutes les sortes étudiées, entre :
2,65 : *Hybride 67* (I), année 1946 et 1,41 : *Bullion Hop* (III), année 1949.

Les moyennes 1946-50 de L/*l* s'établissent respectivement pour ces deux variétés à 2,42 et 1,60.

On peut rapprocher d'*Hybride 67* (1) la variété *Hallertau* (II) avec un rapport L/*l* moyen de 2,34.

FIG. 6. — Types de forme de bractées. — *De haut en bas* : Hybride 67-1, Hallertau 1, Tettnang précoce X, Précoce de Bourgogne XII, Tardif de Bourgogne XIX, Bullion Hop III. — *De gauche à droite* : années 1946 à 1950. (*Photo Koller*).

La variété *Tardif de Bourgogne* (XIX) est celle qui, après *Bullion Hop*, possède le rapport L/*l* le plus bas avec 1,64.

Nous considérons *Hybride 67* et *Hallertau* comme types extrêmes de la forme elliptique étroite tandis que *Bullion Hop* et *Tardif de Bourgogne* correspondent au type extrême de la forme elliptique large (fig. 6).

Entre ces formes extrêmes se situent les autres variétés formant une

(1) Variété belge issue de croisements où est intervenu « Hallertau ».

série assez continue avec toutefois une fréquence moins grande et même nulle pour les valeurs de L/*l* comprises entre 1,8 et 2,0.

En effet, le graphique de la figure 7, établie en groupant les valeurs moyennes de L/*l* par variété (on a pris la moyenne des clones lorsqu'il en existe deux) en classes de 0,10, présente deux sommets très nets pour les classes 1,70-1,80 et 2,00-2,10.

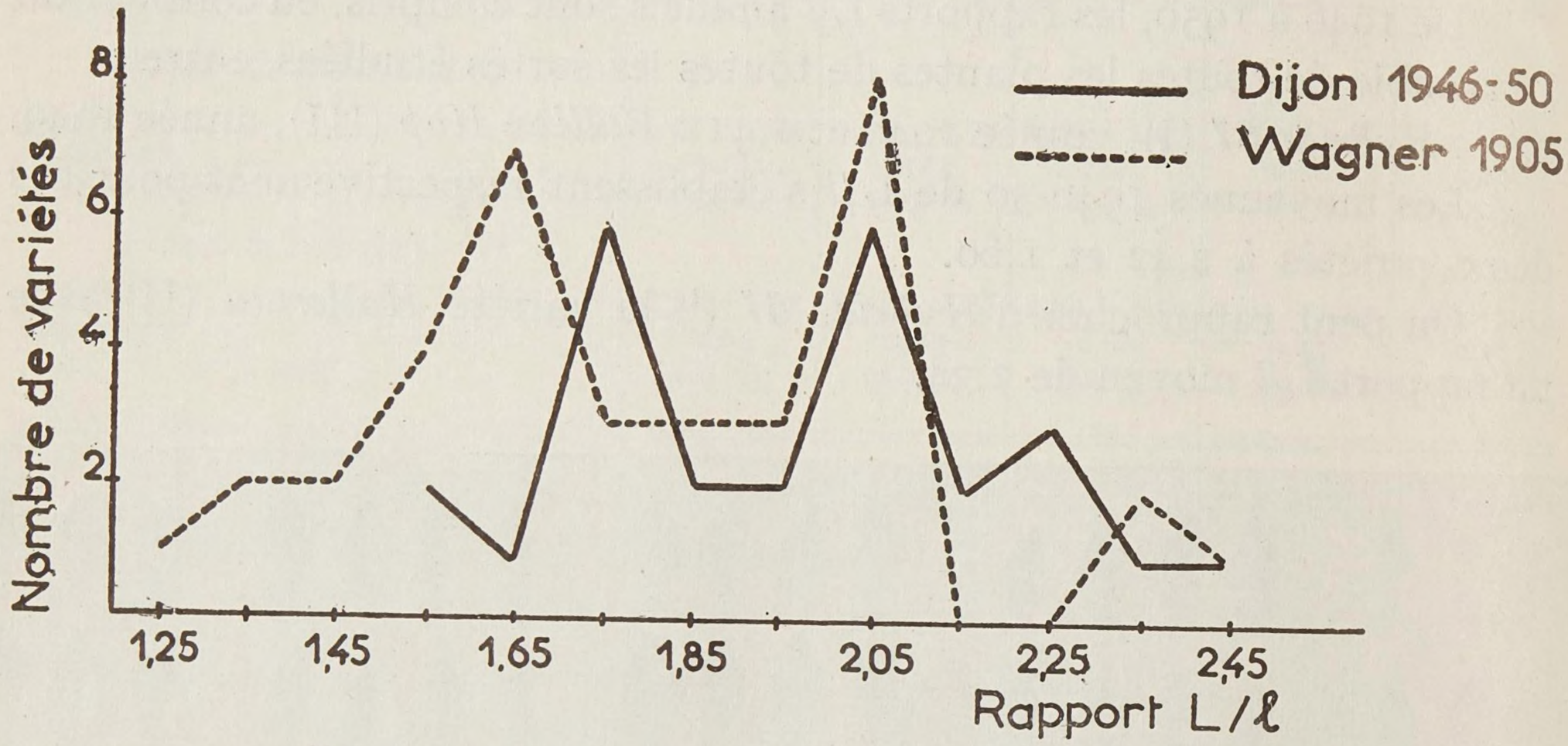


FIG. 7. — Distribution de L/*l* sur l'ensemble des variétés.

Pour vérifier si ce type de courbe bimodale n'était pas accidentel, nous avons porté de la même manière sur le graphique de la figure 7 les mesures publiées par WAGNER en 1905. WAGNER a en effet établi le rapport L/*l* desb ractées pour trente-six variétés ou sortes comprenant « toutes les variétés importantes cultivées en Allemagne et en Autriche ainsi que quatre variétés anglaises et deux houblons sauvages venant de Bavière ». Le matériel étudié par WAGNER est donc assez étendu mais l'auteur n'indique pas si ses mesures ont porté sur plusieurs années ; il est probable que non.

Les valeurs extrêmes du rapport L/*l* observées par WAGNER sont 1,26 chez la variété anglaise *Brambling's Eearly Golding* et 2,48 chez le houblon *Hallertau précoce* ; cette amplitude est voisine de celle que nous avons indiquée plus haut pour notre collection où ne figure d'ailleurs pas la variété anglaise à très faible rapport L/*l*. D'autre part, nos chiffres sont des moyennes de plusieurs années. Mais ce qui est à remarquer particulièrement dans l'examen du graphique des résultats de WAGNER, c'est d'y constater aussi une allure bimodale de la courbe.

La comparaison des deux graphiques montre la ressemblance des deux courbes Dijon 1946-50 et WAGNER 1905. Les deux sommets principaux correspondent aux modes :

Dijon	1,75-2,05
WAGNER	1,65-2,05

La concordance est donc marquée.

La distribution bimodale des valeurs du rapport L/*l* que nous avons constatée dans notre collection paraît bien avoir un caractère général et constant puisqu'on la retrouve en utilisant des observations faites il y a cinquante ans en Allemagne sur un matériel comprenant, comme le nôtre actuellement, bon nombre des variétés cultivées en Europe Centrale et Occidentale.

Devant ce fait et étant donné la grande diversité de provenance et d'ascendance des sortes de la collection de Dijon (où figurent même des hybrides réalisés en Angleterre et en Belgique), on est en droit de se demander si le caractère bimodal des courbes du rapport L/*l* n'a pas une signification botanique plus générale encore au point de vue systématique des houblons cultivés en Europe qui correspondrait à deux types de bractées. L'étude d'un plus grand nombre de variétés permettrait de confirmer ou non cette hypothèse.

Un fait demeure certain, c'est que la majorité des variétés de la collection de Dijon se rassemblent en deux grands groupes :

a) sortes à bractées elliptiques étroites : rapport L/*l* élevé
b) sortes à bractées elliptiques larges : rapport L/*l* faible.

Mais comme il existe entre les variétés à rapport L/*l* extrême, toute une série de houblons à rapport L/*l* intermédiaire, on est amené, si l'on veut essayer de classer le matériel étudié, à répartir les variétés dans trois groupes (fig. 6). Ces groupes peuvent être caractérisés ainsi :

a) bractées elliptiques étroites = L/*l* = 2,45 à 2,15 — centre = 2,30
b) bractées elliptiques de largeur moyenne = L/*l* = 2,15 à 1,85 — centre = 2,00
c) bractées elliptiques larges = L/*l* = 1,85 à 1,55 — centre = 1,70.

Trois groupes analogues ont été aussi distingués dans le travail de WAGNER, dans ceux de MOREAU, GEORLETTE, mais les valeurs adoptées pour les rapports L/*l* limites des catégories, ne sont pas les mêmes que celles ci-dessus, ces auteurs n'ayant pas opéré sur le même matériel et pendant plusieurs années consécutives.

D'autre part, WAGNER et MOREAU ont fait intervenir d'abord un classement visuel tenant compte à la fois de la forme générale et aussi du caractère plus ou moins prononcé de la pointe terminale des bractées ; ils ont ensuite utilisé le rapport L/*l* comme caractère de deuxième ordre. Au contraire, notre classement — et celui de GEORLETTE — utilise le rapport L/*l* pour distinguer et grouper les variétés.

Malgré ces différences, il était intéressant de rassembler tous les résultats de ces diverses sources (tableau VI), en vue de comparer les normes attribuées aux trois formes de bractées dans ces esssais de classement.

Le classement de Dijon sépare simplement trois classes égales, couvrant l'ensemble des moyennes de cinq années observées. Il s'agit seulement d'un *cadre* où l'on peut situer les variétés si l'on dispose pour chacune d'elles d'un nombre suffisant de mesures. Le classement d'une

Tableau VI

Comparaison de différents classements

WAGNER, 1905	L/l			MOREAU, 1922-23	L/l		
	minima	maxima	moy.		minima	maxima	moy.
Bractées arrondies, ovales-arrondies, elliptiques-larges	1,26	1,93	1,59	arrondies-elliptiques	1,55	1,75	1,65
Elliptiques-ovales	1,63	2,09	1,86	ovales-elliptiques	1,46	1,90	1,68
Elliptiques-étroites	2,07	2,48	2,27	elliptiques-étroites	1,88	2,08	1,98

GEORLETTE, 1950	L/l			DIJON, 1946-50	L/l		
	minima	maxima	moy.		minima	maxima	moy.
Elliptiques-larges	1,43	1,93	1,68	elliptiques-larges	1,55	1,85	1,70
Elliptiques-moyennes	2,00	2,28	2,14	elliptiques-moyennes	1,85	2,15	2,00
Elliptiques-étroites	une variété		2,54	elliptiques-étroites	2,15	2,45	2,30

variété dans l'un ou l'autre groupe ou d'une variété par rapport à une autre d'après son rapport moyen L/*l* sera naturellement plus ou moins sûr selon la signification des différences des rapports L/*l*.

Les classements donnés par WAGNER et GEORLETTE se rapprochent de celui que nous proposons.

Les observations de MOREAU (une ou deux années de mesures) portant sur un petit nombre de houblons, les groupes extrêmes sont moins distants et il n'apparaît pas une relation nette entre le rapport L/*l* et la forme ovale elliptique (groupe intermédiaire).

On peut mettre à part la forme de bractées « en spatule » chez laquelle la plus grande largeur se situe non plus approximativement vers le milieu de la longueur, mais vers le sommet de la bractée. Cette forme que nous avions précédemment signalée chez *Buvrinnes* et des échantillons commerciaux de *Dauba*, a été retrouvée par GEORLETTE dans une sélection de la variété *Groene Bel*.

Cette forme particulière s'observe surtout chez des houblons à bractées larges et peut servir à séparer dans ce groupe des sortes qui ont des rapports L/*l* voisins.

OBSERVATIONS SUR LA FORME DE LA BRACTÉE (RAPPORT L/*l*) DE QUELQUES SORTES DE HOUBLONS

Nous comparerons les résultats obtenus à Dijon avec les mesures et les conclusions faites ailleurs et antérieurement et portant sur des houblons de même dénomination.

La signification de telles comparaisons sera d'ailleurs limitée aux cas de différences très marquées car, comme nous l'avons dit, les mesures indiquées par les différents auteurs sont le plus souvent des résultats isolés d'une ou deux années.

Hallertau.

Le clone suivi à Dijon provient de la collection de Custines (fig. 6). Sous la désignation *Hallertau* 1/2 *précoce*, on trouve les mesures suivantes de L/*l* :

WAGNER	= 2,40	(1905)
MOREAU	= 1,88 à 2,08	(1922)
ISEBAERT	= 1,84 à 1,96	(1939-1940)
GEORLETTE	= 2,14 à 2,28	(1950)
DIJON	= 2,21 à 2,34	(1946-1950)

Les mesures de WAGNER, GEORLETTE et les nôtres sont de même ordre. Le rapport 2, 08 indiqué par MOREAU s'applique à un échantillon d'*Hallertau* cultivé en Bourgogne et est assez voisin des précédents, tandis que la valeur 1,88 nettement plus faible se rapporte à un échantillon provenant du pays d'Hallertau. Les valeurs L/*l* trouvées par ISEBAERT se rapprochent de celles de MOREAU.

WAGNER signale d'ailleurs des types *Hallertau* à rapport L/*l* assez faible : 1,55 pour un *Alter Hallertau* précoce et 1,88 pour un type 1/2 précoce cultivé dans le pays de Spalt.

On peut considérer toutefois que le houblon *Hallertau* 1/2 *précoce* le plus répandu actuellement possède un rapport L/*l* élevé caractérisant nettement une bractée elliptique étroite.

Styrie.

Le clone étudié à Dijon provient de la collection de Custines. Il est à bractée étroite, son rapport L/*l* moyen était très élevé : 2,27. Le rapport mesuré par GEORLETTE pour un *Styrie* (origine Van Droogenbroeck) est nettement plus faible : 1,93, mais il ne s'agit là que d'une seule mesure annuelle.

Groene Bel.

Ce houblon qui provenait de l'Institut Belge du Houblon, a un rapport moyen de 2,24 ; il est donc à bractée étroite, non en spatule. GEOR-

LETTE indique 1,76 pour une sélection de cette variété : *Groene Bel sélection Van Hove-Assche,* qui correspond à un houblon à bractée large, en spatule.

Saaz.

Sous ce nom général, nous rassemblerons les moyennes des mesures de quatre sortes dont la dénomination rappelle l'origine commune. Trois existaient dans la collection de Custines et provenaient directement de Bohême, la quatrième de l'École de Wagnonville :

	Rapport L/*l*
Saaz Wag. II	2,23
Rothopfen Saaz II	2,09 (fig. 8)
Zatec II	2,07
Auscha II	2,01

L'origine « Wagnonville » qui est d'ailleurs une sélection de souche paraît être à bractées plus étroites que les autres types *Saaz.*

Ceux-ci se rattachent à la forme elliptique de largeur moyenne tendant vers la forme étroite.

GEORLETTE donne une valeur L/*l* = 2,00 pour un *Saaz.* MOREAU attribue un rapport plus faible à cette origine qu'il classe près des *Spalt, Précoce de Lorraine* et de certains *Précoce de Bourgogne,* ce qui correspond, pour ces types dans notre collection, à des rapports effectivement plus faibles allant de 1,71 à 1,92. WAGNER indique également pour deux origines *Saaz* et *Auscha* le rapport encore plus faible de 1,62.

LAZIC distingue visuellement, sans donner de mesures, deux genres de *Saaz* selon la largeur de la bractée : plus large dans les houblons *Saaz* et *Auscha,* plus étroite dans l'origine *Dauba,* que nous ne possédons pas et qui est à tige verte alors que tous les *Saaz* de notre collection sont à tige rouge.

Il est difficile de conclure à l'homogénéité quant au rapport L/*l* de l'origine *Saaz* ou *Auscha,* où domine toutefois un type à bractées elliptiques de largeur moyenne tendant vers le type étroit.

Fuggles.

Cette variété anglaise relativement récente cultivée en Flandre et représentée aussi en Bourgogne, mais très faiblement, a un rapport L/*l* moyen de 2,08 dans notre collection (fig. 8). Ce clone provient de Poperinghe. GEORLETTE pour la même origine a trouvé un rapport de 2,12. Ces rapports correspondent à une bractée assez allongée moyenne à étroite.

Spalt.

La collection de Dijon comprend deux clones provenant d'une plan-

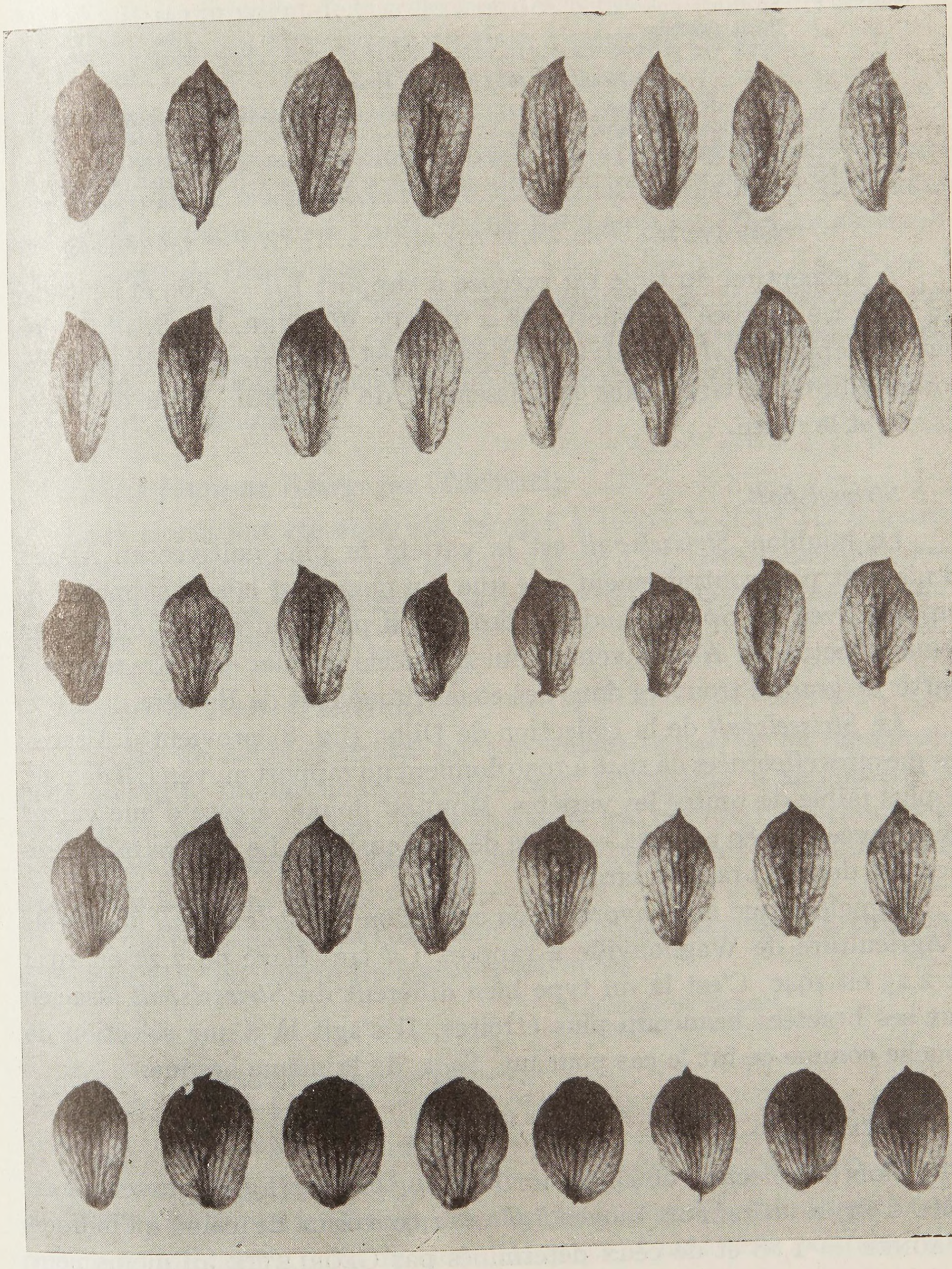


FIG. 8. — Bractées de quelques variétés. — De haut en bas : Fuggles, Rothopfensaaz, Précoce de Gerbeviller, Spalt, Strisselspalt. (*Photo Koller*).

tation alsacienne. Ces deux clones ont la même forme de bractée (fig. 8). Voici l'ensemble des mesures de L/*l* réunies pour divers *Spalt* :

WAGNER :	Spalt 1/2 précoce	1,42
	Spalt précoce	1,62
	Spalt 1/2 précoce	2,09
	(introduit en 1883 dans le Hallertau)	
MOREAU :	Spalt de Lorraine	1,61-1,78 (1921)
	Spalt de Bourgogne	1,75 (1922)
	Spalt de Spalt	1,55 (1922)
GEORLETTE :	Spalt	1,71-1,75 (1950)
DIJON :	Spalt I	1,72 (1948-50) fig. 8
	Spalt IV	1,76 (1948-50)

A l'exception du type 1/2 précoce à rapport L/*l* = 2,09 et peut-être du type 1/2 précoce à rapport L/*l* = 1,42 de WAGNER, les *Spalt* étudiés ont des rapports L/*l* compris entre 1,55 et 1,78. Ces valeurs indiquent une forme elliptique large dans le classement de WAGNER, celui de GEORLETTE et le nôtre.

Strisselspalt.

Le houblon *Strisselspalt* est la variété la plus cultivée en Alsace. Il n'aurait pas, contrairement à ce que son nom peut laisser supposer, de rapport avec les *Spalt* signalés ci-dessus : il proviendrait en effet d'un semis effectué en Alsace vers la fin du siècle dernier par STAMBACH à partir de graines trouvées dans des cônes provenant de Bavière.

Le *Strisselspalt* de la collection de Dijon (fig. 8) provient d'Alsace ; les mesures effectuées de 1948 à 1950 donnent un rapport moyen L/*l* de 1,58, le plus faible de toutes les variétés. MOREAU donne, à côté d'une valeur plus élevée — 1,80 en 1921 —, celle de 1,46 en 1922. Le *Strisselspalt* alsacien est donc à bractées larges.

Signalons que nous avons eu en collection un *Strisselspalt* de l'École d'Agriculture de Wagnonville à rapport L/*l* très élevé de 2,27 en 1944 et 2,25 en 1946. C'est là un type bien différent du *Strisselspalt* alsacien par ses bractées beaucoup plus étroites. Il s'agit là d'une sélection de souche comme ce fut le cas pour un *Saaz* de la même origine.

Tettnang.

Dans la collection de Dijon, un *Tettnang précoce* (fig. 6) provenant de Côte d'Or, a un rapport moyen L/*l* = 1,90 voisin de celui qu'indique WAGNER = 1,88 et de ceux déterminés par GEORLETTE au moins pour trois provenances : VAN DROOGENBROECK = 1,93, SAMIJN = 1,79, TOP = 1,75 ; un quatrième *Tettnang* d'origine suisse examiné par cet auteur avait un rapport très faible de 1,43 indiquant qu'il s'agit très probablement d'un houblon différent, si la faiblesse de ce rapport n'est pas accidentelle. ISEBAERT trouve pour plusieurs échantillons de *Tettnang* 1,78 à 1,91 en 1939 et 1,77 à 1,91 en 1940.

Samling.

Cette variété alsacienne est issue d'un semis de *Strisselspalt* ; le clone observé à Dijon provient de la collection de Custines ; il a un rapport moyen très élevé : 2,15 qui l'apparente au type à bractées étroites.

Houblons de Bourgogne.

Pour cette origine, les clones observés provenaient de prélèvements faits en Côte-d'Or, à Tilchatel et Bèze, dans trois houblonnières paraissant homogènes et plantées en *Tardif Jaune de Bourgogne, Précoce de Bourgogne, Tardif de Bourgogne.*

Malgré le petit nombre de clones constitués et la durée variable des observations (2 à 5 ans), on peut essayer de voir si l'examen des rapports L/*l* moyens peut donner quelques indications sur l'homogénéité des houblons ainsi dénommés.

Tardif Jaune de Bourgogne (Tilchatel).

Deux clones ont été observés de 1946 à 1950 : le clone III a fourni un rapport L/*l* moyen de 2,16 et le clone IV, de 2,13, correspondant à une bractée assez étroite. Les observations en végétation ont confirmé la similitude des deux clones.

Précoce de Bourgogne (Bèze).

Ce type de houblon réputé pour sa valeur brassicole ne représente guère que 10 p. 100 des houblons cultivés en Bourgogne ; il est apprécié à cause de sa qualité et aussi de sa précocité qui permet d'échelonner la cueillette et de le vendre rapidement, mais son rendement est très inférieur à celui des houblons tardifs.

Les quatre clones de la collection dont deux seulement figurent dans le tableau III, ont donné les mesures suivantes :

		Nombre de mesures en confondant années et plantes	
Clone III —	rapport L/*l* = 1,92	15	
Clone VII —	— = 1,75	6	
Clone IX —	— = 1,87	3	
Clone XII —	— = 1,91	2	(fig. 6)

Les clones III, IX et XII donnent des rapports L/*l* voisins. Quant au clone VII pour lequel le nombre des mesures s'élève à 6, son rapport 1,75, nettement inférieur à celui du clone III (1,92-15 mesures), pourrait faire considérer ces deux clones comme distincts.

Tous ces clones ont une bractée de largeur moyenne.

Tardif de Bourgogne (Bèze).

Ce type est très répandu en Bourgogne, mais ce nom recouvre très probablement plusieurs origines de houblons tardifs.

Pour les cinq clones de cette sorte dont un seul figure dans le tableau III, les rapports L/*l* moyens ont été les suivants :

			Nombre de mesures
Clone XI	— rapport L/*l*	= 1,84	8
Clone XVII	— —	= 1,77	2
Clone XVIII	— —	= 1,82	2
Clone XIX	— —	= 1,64	10 (fig. 6)
Clone M-3	— —	= 1,65	5

S'il n'est guère possible de conclure sur les clones XVII, XVIII et M-3, où le nombre de mesures est faible, on peut penser que les clones XI et XIX sont deux houblons différents : le clone XI se distingue d'ailleurs en végétation par une feuille plus développée, assez gaufrée et une tige légèrement moins rouge.

Tous ces clones de *Tardif de Bourgogne* sont à bractées assez larges à larges.

On voit que dans la sorte *Tardif de Bourgogne* comme dans la sorte *Précoce de Bourgogne*, respectivement un clone sur quatre et un clone sur cinq peuvent être considérés comme différents. On peut voir là une confirmation de l'hétérogénéité des houblonnières encépagées en sortes locales anciennes portant actuellement la même dénomination.

Ces constatations soulignent l'intérêt qu'il y aurait dans les replantations à repartir de clones pour remédier à une hétérogénéité préjudiciable à la qualité commerciale et brassicole.

Houblons précoces de Lorraine.

Les deux origines *Dieulouard* (1 clone) et *Gerbeviller* (2 clones) (fig. 8) (collection de Custines) ont des rapports moyens L/*l* respectivement de 1,78 et de 1,77, 1,80, correspondant à des bractées assez larges. MOREAU a donné pour le *Précoce de Lorraine*, 1,68 à 1,78.

V. — CONCLUSIONS

On a eu souvent recours dans les études morphologiques des sortes de houblon, à la forme de la bractée, appréciée soit par simple observation visuelle, soit par la mesure de la longueur et la largeur de la bractée assimilables aux deux axes de l'ellipse ou de l'ovale circonscrite au contour de la bractée.

Les mesures du rapport longueur/largeur de bractées effectuées de 1946 à 1950 à Dijon sur une collection de clones constitués dans les principales sortes cultivées de houblon ont eu pout but d'apporter quelques précisions sur la valeur de ce caractère morphologique, la forme générale de la bractée. Les conclusions qu'on peut tirer de ce travail sont les suivantes :

Le rapport L/*l* est suffisamment constant pour constituer un caractère morphologique utilisable dans l'identification des variétés-clones en tenant compte de la fluctuation de ce caractère.

Les valeurs moyennes extrêmes de L/*l* observées étant 2,42 et 1,60 sur l'ensemble des variétés-clones de la collection, on peut répartir les variétés d'après ce rapport en trois groupes correspondant à la forme de la bractée :

Houblons à bractées elliptiques étroites,
Houblons à bractées elliptiques intermédiaires,
Houblons à bractées elliptiques larges.

En comparant les résultats des mesures du rapport L/*l* indiquées par plusieurs auteurs avec ceux obtenus à Dijon, on constate, pour une même dénomination de la sorte de houblon (généralement le nom du lieu, de son origine géographique première) une bonne correspondance de ces mesures avec toutefois des exceptions explicables soit par l'existence de sélections de souches volontaires ou non, soit dûes au nombre trop faible d'observations données par ces auteurs.

Cette correspondance concernant des matériels d'origine définie provenant de sortes culturales caractérisées (*Hallertau, Spalt, Saaz, Tettnang*, etc...),mais dont l'étude a été réalisée à différentes époques dans différents lieux, pour des plantations d'âge différent, implique une certaine stabilité du caractère considéré chez les principales sortes de houblon, compte tenu de mutations gemmaires et de mélanges possibles.

L'examen de la courbe des fréquences des différentes valeurs de L/*l* pour l'ensemble des variétés étudiées a permis de constater une distribution bimodale très voisine de celle qui ressort des mesures de WAGNER faites en 1905 sur un matériel d'origine européenne également et de même ampleur.

Des différences, apparemment significatives, ont été relevées entre des clones provenant de certaines plantations. On peut voir là le résultat de variations gemmaires, d'introductions successives et de plantations ultérieurement faites sans penser à l'authenticité variétale et à l'homogénéité des plantations. C'est le cas notamment de houblons de Bourgogne *Précoces* et *Tardifs*, noms qui s'appliquent à des mélanges de types.

Du point de vue variétal, le rapport L/*l* de la bractée doit toutefois être considéré seulement comme un caractère d'appoint, utilisable sur des clones après d'autres, morphologiques ou physiologiques, d'ordre plus qualitatif et d'appréciation plus aisée, lorsqu'on peut observer le houblon en végétation.

Par contre, son intérêt est plus grand si l'on ne dispose que de cônes fortement pressés, forme sous laquelle la Brasserie reçoit cette matière première. Il peut apporter alors un élément complémentaire d'expertise non négligeable dans certains cas pour rechercher soit la nature variétale

et présumer de la région de production, soit l'homogénéité du lot considéré.

Les caractères observables sur le cône, tels le rapport L/*l* de la bractée, ne prennent d'ailleurs toute leur utilité pratique que si l'on a affaire à des plantations variétalement homogènes, ce qui est le cas des variétés améliorées récemment obtenues par sélection d'hybrides ou d'anciennes sortes, puisqu'on dispose d'une lignée clonale bien définie. En effet, il est possible, à partir d'une telle souche, de réaliser par multiplication végétative, un encépagement homogène des plantations qui devraient être constituées en principe par un seul clone. Cela suppose naturellement un contrôle de l'authenticité des boutures d'origine et de leur multiplication avant d'être fournies aux planteurs. Une telle organisation existe dans certains pays étrangers. Il ne semble pas qu'on ait suffisamment attaché d'importance en France à cette condition fondamentale de l'amélioration rationnelle de la production houblonnière.

VI. — RÉSUMÉ

L'intérêt des caractères morphologiques des houblons est évident, qu'il s'agisse de l'identification des variétés, de la sélection et, pour les caractères du cône, de l'expertise du houblon, matière première industrielle.

Une meilleure connaissance de ces caractéristiques doit donc aider, par voie de conséquence, d'abord à la constitution des plantations homogènes puis au maintien de cette homogénéité d'encépagement, condition première pour obtenir un houblon de brasserie de qualité.

Après une revue rapide des principaux caractères morphologiques de la plante et de l'inflorescence ♀, il a été rapporté les différents points de l'étude de la forme générale de la bractée exprimée par le rapport longueur /largeur entreprise à la Station de Dijon de 1946 à 1950 : origine du matériel étudié, échantillonnage, mesures. L'influence de la fécondation, de l'âge des plantes a été envisagée.

La valeur du caractère L/*l* des bractées a été précisée par l'examen de la fluctuation des mesures (cônes, plantes) et de la variation annuelle.

Pour chaque clone étudié, on a donné les mesures effectuées, longueur, largeur, rapport L/*l* de la bractée, de 1946 à 1950, puis indiqué un classement possible en trois tyes de forme de bractées d'après la valeur moyenne du rapport L/*l*. Ce classement a été comparé à ceux d'autres auteurs (Wagner, Moreau, Georlette, Lazic, Isebaert).

Enfin, pour les principales sortes cultivées, on a rapproché les valeurs du rapport L/*l* trouvé à Dijon avec celles des auteurs précités.

Les conclusions indiquent l'utilisation possible de la forme des bractées comme caractère d'appoint dans l'identification des variétés ou dans la sélection ainsi que dans l'expertise du houblon conditionné.

BIBLIOGRAPHIE

BEARD (F. H.). — Commercial varieties of Hops : a preliminary comparison of their Chief characteristics at East-Malling. *An. Rep. East-Malling, Res. St.*, 1942, août 1943.

BEARD (F. H.). — Root Studies. *Journ. of Pomology and Agricultural Science*, XX, 1943.

BEARD (F. H.). — The classification of Hop varieties according to their ease of picking. *An. Rep. East Malling Research Station*, 1950.

BLARINGHEM (L.). — Orges et Houblons. *C. R. Congrès Sociétés savantes*, Nancy, 1950.

CHEVALIER (P.). — Contribution à l'étude des Houblons mâles de Lorraine. *Mémoire de Diplôme d'Etudes supérieures* — Thomas, Nancy, 1933.

DARK (S. O. S.). — The Hop Breeder's Problem. *Wye College An. Report*, 1948.

DARK (S. O. S.). — The Cytology of the Hop. *Wye College An. Rep.*, 1949.

DARK (S. O. S.). — A survey of the present position in Hop genetics. *Wye College An. Rep.*, 1950.

DARK (S. O. S.). — Variability in Canadian Wild Hops. *Wye College An. Rep.*, 1951.

DARK (S. O. S.). — The use of polyploïdy in Hop Breeding. *Wye College An. Rep.*, 1952.

DARLINGTON et JANAKI. — Chromosome Atlas.

GAISER (L. O.). — Chromosome numbers in Angiosperms. *Genetica*, 1930.

GEORLETTE (R.). — Caractères morphologiques des sortes belges de Houblon cultivées à la Station d'Esschene. *An. de Gembloux*, **1**, 1948.

GEORLETTE (R.). — Considérations sur la morphologie des cônes de quelques variétés de Houblon. *An. de Gembloux*, **2**, 1950.

HOED (F.). — La fécondation des Houblons. *Bières et Boissons*, **2**, 1943.

HOED (J.). — Contribution à l'étude des caractères morphologiques de quelques variétés des Houblons cultivés à la Station de l'Institut National Belge des Houblons à Essene (Brabant). *L'Echo de la Brasserie*, **14**, 4, avril 1952.

HOCQUETTE (M.). — Considération sur la transmission de divers caractères dans les croisements de races cultivées de Houblon. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **93**, 1946.

ISEBAERT (L.). — Méthodes d'Amélioration du Houblon. *Brasserie*, **21**, juin 1948.

KIHARA (H.). — On the chromosomes of *Humulus Japonicus*. *Bot. Mag. Tokyo*, **42**, 1928.

KIHARA (H.). — The sexchromosomes of *Humulus Japonicus*. *Jap. Journ. Genetics*, **4**, 1929.

MENERET (G.). — Rapport sur les Houblons. Rapports sur la campagne 1944, Secrobrah, Laboureur et Cie, Issoudun.

LAZIC (R.). — Morphologische Studien über die Deckblätter bei Hopfensorten. F. Carl, Nürnberg, 1930.

MOREAU (F. et Mme). — Recherches sur le Houblon. Office Agricole Régional de l'Est, Lons-le-Saulnier, 1922.

MOREAU (F. et Mme). — Les éléments de la détermination des sortes chez les Houblons cultivés. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, XXIII, 1923.

MOREAU (F. et Mme). — Recherches sur le Houblon en 1923. Office Agricole Régional de l'Est, Lons-le-Saulnier, 1923.

MOREAU (F. et Mme). — Nouvelles recherches sur le Houblon. Office Agricole Régional de l'Est, Declume, Lons-le-Saulnier, 1923.

PETIT (L.). — Le pétiole des Dicotylédones au point de vue de l'Anatomie comparée et de la taxinomie. Bordeaux, Gounouihou, 1887.

SALMON (E. S.) et WORMALD (D.). — *Humulus Americanus* Nutthall. *Journ. bot.*, **53**, 1915.
SINOTO (Y.). — On the tripartite chromosome in *Humulus lupulus*. *Proc. Imp. Acad. Tokyo*, **5**, 1929.
SKOVSTED (A.). — Some colchicine experiments with hops (*Humulus*). *Hereditas* 1953, **39**, nº 1-2, 156-60.
TOURNOIS (J.). — Etudes sur la sexualité du Houblon. Thèse, Masson et Cie, Paris 1914.
WAGNER (F.). — Die bayerischen Hopfensorten. Eugen Ulmer, Stuttgart, 1905.
WINGE (O.). — The Pollinisation and fertilisation processes in *Humulus lupulus* and *Humulus Japonicus*. C. R. *Trav. Labor.* Carlsberg, II, 1914.
WINGE (O.). — On the nature of the sexchromosomes in *Humulus*. *Hereditas*, **12**, 1929.
X... — Les Caractères Morphologiques de quelques variétés de Houblons. *Le Petit Journal du Brasseur*, nº 2384, 1952.
ZATTLER (F.). — 25 Jahre im Dienste der Deutschen Hopfenforschung. Münich, 1951.

RECHERCHES SUR LES ASSOLEMENTS FOURRAGERS ET LA PRODUCTION PRAIRIALE EN NORMANDIE

PAR

L. HEDIN, J. M. LEFEBVRE et Mme M. PHILIPPART (1)

Laboratoire des Plantes Fourragères, Rouen

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction. **La comparaison des différentes sources de fourrages.**

I. — **Les fourrages annuels.**

1° L'assolement fourrager du Pays de Caux ;
2° Les fourrages annuels de printemps :
a) Seigle fourrager ;
b) Trèfles incarnats ;
c) Ray-grass d'Italie.
3° Les fourrages annuels d'été :
a) association d'une céréale et d'une légumineuse ;
b) la Féverole ;
c) Maïs fourrager ;
d) autres fourrages : Soja, Trèfle d'Alexandrie, Panais, Pomme de terre.
4° Les fourrages d'arrière-saison :
a) les Betteraves ;
b) les Crucifères ;

II. — **Les fourrages temporaires.**

a) Trèfle violet et ses associations ;
b) Luzerne et ses associations ;
c) La Lotière ;
d) La Minette.

III. — **Quelques mots sur la prairie permanente et le resemis.**

1° Niveau de production et rythme de végétation ;
2° Le réensemencement :
a) son intérêt ;
b) les prairies temporaires à base de Trèfle blanc.

IV. — **Conclusions.**

1° Sur le mode d'expression de la valeur fourragère;
2° La date optimale de récolte ;
3° La recherche de productions fourragères plus intensives.

Bibliographie.

Résumé.

(1) Cette étude a été réalisée en grande partie à l'aide de résultats expérimentaux obtenus à l'École d'Agriculture d'Yvetot sur des terrains que M. DELARUE, directeur, a bien voulu mettre à notre disposition. Nous remercions bien vivement M. DELARUE des nombreuses et précieuses indications qu'il nous a fournies au cours de ce travail.

INTRODUCTION

La comparaison des différentes sources de fourrages

La production des fourrages n'est qu'un stade dans le processus qui aboutit à produire de la viande ou du lait et dans tous les cas, au niveau régional comme à celui de l'exploitation agricole, le problème se pose de savoir quel fourrage convient le mieux à des conditions écologiques et économiques données.

Pour fonder une politique orientée vers la production animale, il importe de savoir apprécier le rendement des fourrages assolés pour les comparer à ceux d'une prairie bien exploitée.

C'est la raison pour laquelle nous avons examiné dans une étude préliminaire (4) les moyens dont dispose le laboratoire pour étudier la valeur alimentaire des fourrages et de l'herbe de prairie.

Mais la comparaison ne saurait se borner à une simple comparaison des résultats globaux.

Pour les situer les uns par rapport aux autres, il faut tenir compte de leur place dans l'assolement, de leur date de récolte, de leur possibilité d'ensilage, etc...

Chacun d'eux fournit un poids de matière sèche qui augmente avec l'âge de la plante, mais dont la digestibilité décroit. Il y a donc pour chaque fourrage un moment de récolte où la quantité de protéine digestible à l'hectare est maximum. Ce moment peut ne pas coïncider avec celui où le nombre d'unités fourragères produites est le plus élevé.

Nous nous sommes attachés dans quelques cas à préciser la date la plus avantageuse de récolte, soit que l'on tienne compte du critère de la valeur fourragère, soit que l'on retienne celui de la protéine digestible.

D'autre part, dans notre région fertile, à loyer du sol élevé, il importe que les cultures se succèdent sans interruption de façon à ce qu'il n'y ait aucune jachère improductive.

En outre, les fourrages mis en œuvre doivent être de bonnes machines utilisant bien la lumière et l'humidité dont elles disposent.

La vitesse de production de la matière sèche et de la protéine digestible ne doit pas être perdue de vue. Il y a donc lieu de comparer le rendement fourrager au temps nécessaire à sa réalisation.

C'est sous ce triple point de vue de rendement global, de production fourragère à l'unité de temps et de la place de cette production dans la succession des fourrages que nous examinerons les diverses solutions qui se présentent à nous en Normandie pour tirer la plus grande quantité possible d'aliments du bétail.

Nous nous référerons souvent à l'assolement fourrager qui est pra-

tiqué couramment à l'Ecole régionale d'agriculture d'Yvetot et qui est plus ou moins suivi avec des variantes dans tout le pays de Caux où l'on fait pâturer les animaux au piquet sur les terres assolées.

Nous verrons quelles critiques on peut faire de cet assolement et comment on peut en améliorer la productivité.

Nous avons pu réaliser un certain nombre d'essais expérimentaux avec répétitions à cette même École et nous les avons rappelés au cours de ce travail.

Les différences marquées que l'on trouve parfois entre des résultats consécutifs de deux années se justifient par ce fait que l'on y a noté de grandes différences climatiques : la sécheresse des années 1949, 1952, d'une partie de 1953 a été mémorable.

Nous avons été conduits à suivre un certain nombre d'ensilages. L'importance de cette pratique pour une exploitation rationnelle des ressources fourragères n'est plus à mettre en doute.

Les recherches que nous poursuivons sur les assolements fourragers sont loin d'être terminées ; mais cette première étude doit nous servir à faire le point des données actuelles du problème.

Nous aurons atteint notre but si de nos travaux se dégagent des indications sûres et précises, permettant de réaliser des cultures fourragères plus productives.

I. — LES FOURRAGES ANNUELS

1° L'Assolement fourrager du pays de Caux

Le pays de Caux est en majeure partie constitué de limon des plateaux et comprend un pourcentage élevé de labours, environ deux fois plus important que celui de la prairie permanente (1).

Quoiqu'il en soit, son cheptel bovin y est très nombreux et de qualité réputée, plus de 350 000 bêtes à cornes pour environ 250 000 hectares de prairies permanentes. On compte pour 100 hectares de sol agricole 89 bovins dont 32 laitières.

L'alimentation de ce bétail important est réalisée en grande partie par des fourrages assolés (Trèfle incarnat, Trèfle violet, etc...) pâturés au piquet.

Dans beaucoup de fermes, la prairie permanente ne constitue que le volant de la production fourragère en ce sens qu'on ne met les bêtes à l'herbage que lorsqu'il y a solution de continuité dans la succession des fourrages assolés. C'est dire que l'exploitation de ces herbages est loin

(1) D'après les statistiques récentes, le pays de Caux comprend 34 % de prés et de prés vergers et 66 % de labours, dont 32 % en céréales (Blé 18 %, Avoine et Orge 13 %), 9 % en betteraves, 3 % en pommes de terre, 5 % en lin, 1 % en colza ; 17 % sont cultivés en fourrages.

d'être rationnelle, qu'elle s'y fait souvent à un moment où l'herbe est trop avancée.

C'est à l'École d'Agriculture d'Yvetot, qui suit un assolement fourrager particulièrement intensif, qu'il nous a été possible d'étudier la succession des fourrages, particulière à ces riches limons, où la pluviométrie annuelle moyenne se situe aux environs de 750 mm.

Cette succession permet d'entretenir une vingtaine de laitières et leur suite sur une surface restreinte de labours et sur une dizaine d'hectares d'herbages. Les parcelles culturales utilisées ont 1 ha 50 environ.

Le pâturage débute vers le 8 avril dans un Seigle qui a été semé à l'automne. Suivant les années, les animaux y demeurent jusqu'au 25 avril environ. C'est sur la sole de Seigle et après labour et hersage que sera semé ou une vesce-avoine, ou un pois fourrager.

A ce moment, en cas de besoin, on trouve de l'herbe dans les pâtures permettant de faire la soudure avec les parcelles qui ont été semées en Trèfles incarnats, hâtif et tardif.

Pour accroître la durée d'utilisation de ce Trèfle incarnat en augmentant l'écart de précocité qui est d'une dizaine de jours entre les deux types, on a l'habitude d' « arrêter » le Trèfle incarnat tardif par un rapide pâturage. On passe ensuite au Trèfle incarnat hâtif, pour revenir au Trèfle incarnat tardif. Le pâturage de ces trèfles dure près de deux mois avec retour à l'herbage si nécessaire.

Au début de juillet, on retourne sur la parcelle qui portait du Seigle pour faire pâturer, toujours au piquet, la vesce-avoine qui a été semée fin avril.

C'est vers le 15 août qu'on reviendra sur la sole du Trèfle incarnat hâtif qui, après pâturage, a été semée en vesce avoine ou en maïs. Cet dernière plante craint les gelées et ne peut guère être semés que dans les tout premiers jours de juin.

Fin août, début septembre, on mène les bovins dans le regain de Trèfle violet dont la première coupe a été fauchée et également dans un mélange Lotier-Minette-Trèfle hybride. Le Trèfle violet a été semé dans une avoine l'année précédente. Il en est de même pour le mélange fourrager qui, comme le trèfle violet, est pâturé légèrement la première année de semis. Ce sont les « avenis » qu'on aborde vers le 15 septembre jusqu'au début octobre.

A ce moment, on dispose d'une association colza-vesce qui est semée en juillet après le trèfle incarnat tardif.

Les animaux entrent en stabulation à partir du 15 novembre ou du 1er décembre.

Dès la récolte des betteraves on fait intervenir la pulpe, les feuilles et collets de betteraves.

L'alimentation d'hiver se fonde sur les betteraves fourragères, la

paille d'avoine et l'avoine aplatie, le foin de trèfle violet et le foin fauché des herbages.

Nous donnerons pour chaque type de fourrage des indications plus complètes sur la préparation du sol et la culture proprement dite de ces fourrages.

Contentons nous pour l'instant de résumer dans le tableau I la succession des fourrages dans l'assolement suivi à l'École d'Agriculture d'Yvetot (reproduit d'après H. MINGASSON).

TABLEAU I

	A		B	
	2 ha	2 ha	1 ha 5	1 ha 5
1re année.....	Betterave sucrière	Betterave fourragère	Trèfle inc. tardif suivi de Vesce fourragère.	Seigle fourragé suivi de Vesce fourragère.
2e année.....	Avoine		Avoine.	Trèfle incarnat hâtif suivi de Vesce fourragère.
3e année.....	Trèfle violet		Mélange Minette suivi de jachère nue.	Pomme de terre
4e année.....	Blé		Blé.	Blé.

La cinquième année, les cultures réalisées en A sont faites sur les soles désignées par B et inversement, si bien que la succession complète des cultures sur une même sole est obtenue en huit années.

Le Blé occupe 1/4 de la surface cultivée, l'Avoine environ 1/5, la Pomme de terre environ 1/20. Si l'on compte que la moitié de la récolte des betteraves sucrières est consacrée à l'alimentation animale (pulpe, feuilles et collets) on doit estimer que les surfaces consacrées aux fourrages dans l'assolement d'Yvetot sont très voisines des 2/3. Il n'en est pas partout ainsi dans le pays de Caux, où l'on cultive également du Colza et du Lin. La ferme de l'École est orientée particulièrement vers la production fourragère, puisqu'elle consacre à l'élevage, outre une dizaine d'ha d'herbages, près de dix neuf ha de ses 28 ha de terres de labour.

Actuellement (1954), d'après M. DELARUE, directeur, la sole B comprend trois successions que nous rappelons dans le tableau I *bis* :

TABLEAU I *bis*

Colza grain–Lin	Seigle fourrage Maïs fourrage	Trèfle incarnat tardif Vesce
Orge	Trèfle incarnat hâtif Maïs fourrage	Avoine
Trèfle hybride — Minette — Lotier	Pommes de terre	Trèfle hybride — Minette — Lotier

Ces indications nous permettent de comprendre et de suivre la succession de l'assolement fourrager pratiqué à l'École. Nous allons maintenant examiner séparément les éléments actuels de cet assolement en indiquant les substitutions qui sont susceptibles d'en accroître sensiblement le rendement.

2° Les fourrages annuels de printemps

Les fourrages de l'assolement, consommés au printemps, sont ceux que l'on sème à la fin de l'été ou en automne.

Il est remarquable qu'actuellement dans ce but on n'utilise couramment que le Seigle fourrager, les Trèfles incarnats hâtifs et tardifs et le Ray-grass d'Italie.

L'emploi de Vesce et de Pois d'hiver, comme celui de Féverole, de Navette d'hiver, de Colza fourrager, etc... semble exceptionnel.

a) Le Seigle fourrager

Le Seigle cultivé est généralement un Seigle de pays ou le Seigle Petkus semé à raison de 200 kg à l'hectare. Il vient après le blé, sur un sol qui est scarifié à 8 ou 10 cm, puis hersé aussitôt après la moisson. Puis labour de 15 à 18 cm et lorsque le temps est favorable : hersage, un ou deux passages de croskill et scarifiage à 10 ou 12 cm.

Épandage des engrais et après une semaine, nouvel hersage et semis du grain (entre le 20 et le 25 septembre).

Après semis en lignes, hersage en travers ; en cas de semis à la volée, deux hersages croisés.

Le pâturage au piquet commence vers le 15 avril. Il dure une quinzaine de jours. La valeur fourragère du Seigle diminue rapidement.

Au début il a une soixantaine de cm de haut, 3 à 4 entre-nœuds, l'épi encore dans la gaine.

Une quinzaine de jours après, l'épi est déjà bien formé, la plante a 75 cm cn moyenne.

Voici quelles sont les teneurs en matière azotée totale, en azote protéique, en P_2O_5 et en CaO p. 100 de matière sèche au cours de cette évolution (tableau II).

Tableau II

	Mat. az. totale	Az. protéine	P_2O_5	CaO
Au 22 avril (épi dans la gaine)...	12,42	1,8	0,8	
Au 25 avril.....	9	1,7	0,77	0,22
Au 2 mai (plante épiée).....	7,8	1,1	0,61	0,29

On voit avec quelle rapidité le taux de protéine brute diminue; quant à la protéine digestible, elle décroît d'autant plus vite que la teneur

en cellulose augmente. Le Seigle analysé ci-dessus était cultivé, sans apport d'engrais, sur 0,80 ha. Il a été pâturé du 23 au 28 avril, pendant 6 jours par 16 vaches de 500 kg en moyenne. Rentrées le soir à l'étable, elles recevaient 1 kg de tourteau d'arachide et 33 kg de paille. Production : 570 l de lait (1 kg de beurre avec 21,500 l de lait).

Aucun supplément n'a été donné aux mêmes animaux du 29 avril au 2 mai. Pendant les 3 jours, production de lait : 287 l (même teneur en matière grasse que précédemment). La valeur moyenne de ce seigle fourrage pendant les 11 jours d'exploitation se situe aux environs de 1 200 unités fourragères à l'ha.

Le début du pâturage est variable suivant les années. En 1949, il a débuté au 19 avril. Au 14 avril, avant épiaison, la masse de fourrage vert représentait un poids de 32,200 t à l'ha. Poids sec : 4,350 t. Unités fourragères/ha : 1 900. Protéine digestible : 350 kg.

Voici quelle était l'analyse alimentaire de ce Seigle à la date du 14 avril, p. 100 de matière sèche :

Matière azotée totale	14,4
Matière azotée digestible	7,6
Cellulose brute	30,5
Matières minérales	8,4
P_2O_5	1
CaO	0,56
Unité fourragère par kg de matière sèche	0,436

Certains agriculteurs du pays de Caux répugnent à mettre les animaux dehors trop tôt en saison. Les premières sorties ont lieu sur l'herbage pour la consommation de la pointe de l'herbe. Ensuite, on met les animaux dans le Trèfle incarnat le plus tardif pour l'« arrêter » (1).

b) Les Trèfles incarnats

Nous examinerons successivement la valeur fourragère du Trèfle incarnat hâtif à fleurs rouges et du Trèfle incarnat tardif à fleurs blanches qui sont cultivées à l'École d'Agriculture d'Yvetot, mais certains agriculteurs utilisent également un Trèfle incarnat extra-tardif à fleurs rouges dont ils font la graine eux-mêmes.

1. *Trèfle incarnat hâtif*

C'est une variété à fleurs rouges qui est généralement cultivée. D'une façon générale, il est semé après une Vesce qui a été faite après Seigle. Il en a été ainsi en 1948, 1949, 1951, en 1950 après Pois fourrager venant après Seigle.

Suivant l'état de la terre, on procède à un labour, scarifiage, hersage, roulage ; en 1948, les opérations culturales ont été : scarifiage, hersage, labour, hersage, croskillage, hersage, roulage.

(1) Le Seigle n'est pas la seule céréale paturée même par de gros bovins. Certains agriculteurs du pays de Caux ne manquent jamais de faire pâturer leur Blé en mars. Nous avons noté 4 t,240 de fourrage vert à l'ha, correspondant à 840 kg de sec. Ce fourrage renferme 21,8 de protéine brute p. 100 de mat. sèche. (P_2O_5 : 1,2 ; Cao : 1,3). Après pâturage, épandage d'engrais azotés.

Semis entre le 27 aout (1949) et le 10 septembre (1951), de 40 à 45 kg à la volée. Hersage ou roulage. Le pâturage du Trèfle incarnat hâtif débute dans la première semaine de mai (4 mai en 1949,8 mai en 1952).

Il dure 15 à 20 jours selon le nombre des animaux qui sont au piquet : de 16 à 20.

Suivant les années, le rendement approximatif, compte-tenu du poids des animaux et du rendement laitier, se situe entre 2 200 et 3 000 unités fourragères. En fait, la valeur fourragère du Trèfle incarnat diminue sensiblement au cours des semaines de pâturage, comme nous avons pu le montrer en 1949 en prélevant des échantillons au hasard sur un certain nombre de surfaces de 2 m² au début et à la fin du pâturage (tableau III).

TABLEAU III

	Poids vert t /ha	Poids sec t /ha	U. F. ha	Protéine dig. kg /ha
4 mai 1949 (début floraison).....	56,8	5,8	3 800	655
4 mai 1949.	49	5,8	3 100	540

On conçoit l'intérêt qu'il y a à réaliser un pâturage rapide du Trèfle incarnat qui perd rapidement sa valeur fourragère par un accroissement rapide de son taux de cellulose brute.

Voici l'analyse alimentaire de ce fourrage au début et à la fin du pâturage p. 100 de matière sèche :

	Mat. azot. totale	Cellulose br.	Mat. minérales
Début pâturage.....	17,4	16,8	8,8
Fin pâturage.....	15,2	23,7	7,6

Pour 100 kg de matière sèche 65 U. F. et 11,3 kg de protéine digestible au début, 54 U. F. et 9,3 kg de protéine digestible à la fin du pâturage.

Du point de vue pratique, l'abaissement de la valeur fourragère du Trèfle incarnat pâturé a une conséquence très importante.

Le calcul montre en effet que pour une vache de 500 kg produisant 20 l de lait, il faut environ 25 m² au début du pâturage pour satisfaire aux besoins d'entretien et de production de l'animal, tandis qu'il en faut près de 35 m² à la fin.

On voit donc comment dans un pâturage au tiers, le rendement des animaux peut baisser. Dans la pratique suivie par les bons agriculteurs, la chaîne est tenue assez courte au début de la journée pour réaliser un pâturage complet du fourrage ; elle est allongée très sensiblement en fin de journée, ce qui permet aux animaux qui ont débuté par une nourriture

relativement grossière de trouver dans la pointe du fourrage le complément de protéine qui lui est indispensable pour assurer une production laitière élevée.

Voici encore pour terminer l'analyse alimentaire d'un Trèfle incarnat hâtif prélevé fin floraison (24 mai 1948) :

Humidité	80,71 %	mat. fraîche
Matière azotée totale	14,34 %	mat. sèche
Cellulose brute	27,7	—
Matières minérales	9,26	—

Rapport $\frac{\text{N amidé}}{\text{N total}} \times 100 = 63$

Sous la désignation de N amide, nous englobons toutes les formes d'azote hydrosoluble après précipitation des albumines.

2. *Trèfle incarnat tardif*

Ce fourrage vient généralement après blé, sur déchaumage, labour, hersage, scarifiage, roulage. Le semis est d'une quarantaine de kg effectué dans la première quinzaine de septembre. Hersage et roulage.

Comme nous l'avons vu précédemment, le Trèfle incarnat tardif est « arrêté » à la fin d'avril par un pâturage rapide : le 27 et 28 avril 1948, 15 vaches laitières dans 1,5 ha, 23 et 24 avril 1952, 17 vaches laitières.

L'intérêt de cette intervention des animaux est de retarder par rapport au Trèfle incarnat hâtif la date du pâturage principal qui se situe entre le 24 mai et le 15 juin.

Voici quelques indications sur le rendement du Trèfle incarnat tartif, au début (1) du pâturage 1949 (pré-floraison) et à la fin (2) du pâturage 1952 (5 juin, fin floraison).

	(1)	(2)
Poids vert à l'ha	39 t	39 t 525
Poids sec à l'ha	8 t 9	11 t 5
U. F./ha	4 270	5 636
Protéine digest./ha	870 kg	914 kg

L'analyse alimentaire de la matière sèche était la suivante :

	(1)	(2)
Matière azotée totale	17,3 %	14,4
Cellulose brute	25,1	26,7
Matières minérales	9,3	5,5
U. F. par kg	0,480	0,48
Protéine digest. par kg	97,7 gr	79,5 gr

Les chiffres précédents semblent marquer une supériorité de rendement à l'hectare du Trèfle incarnat tardif sur le Trèfle incarnat hâtif.

L'un et l'autre fourrage sont faciles à ensiler et c'est un fait que les agriculteurs du pays de Caux connaissent bien.

Si cet ensilage se réalise dans de bonnes conditions de conservation et d'appétence pour le bétail, il semble cependant que les pertes dans la valeur fourragère du produit ensilé soient loin d'être négligeables, comme il résulte du bilan d'un Trèfle incarnat ensilé un peu tardivement au 29 mai chez M. G. à Butot par Saint-Ouen-du-Breuil (S.-Inf.) (Cf. le tableau IV).

Ensilage en cuve à l'acide formique le 29 mai 1949. Retiré du silo le 16 décembre 1949.

Acidité en acide sulfurique : 3,9 g par kg de fourrage vert, légère odeur butyrique.

Pour 100 kg de matière sèche introduit dans le silo nous avons retrouvé à l'ouverture du silo un poids de 82,68 kg de fourrage sec.

TABLEAU IV

(*Humidité du fourrage à l'ensilage 86,18* p. *100, après ensilage : 85,41*)

	Avant ensilage pour 100 kg mt. s.	Après ensilage		Gain ou perte %
		pour 100 kg mt. s.	pour 82,68 mt. s.	
Matière azotée totale	16,2	12,84	10,61	— 34,5
Matière grasse.....	2,1	3,93	3,24	
Ext. non azoté.....	40,4	36,18	29,94	— 25,5
Cellulose brute	30,7	38,95	32,20	+ 4,8
Matières minérales	10,6	8,1	6,69	
U. F.....	41,6	34,5	28,5	— 31
Protéine digestible	8,6	6,1	5,07	— 41

Voici les chiffres trouvés p. 100 de matière sèche en P_2O_5 et CaO :

	P_2O_5	CaO	Rapport P_2O_5 /CaO
Avant ensilage	0,71	1,60	0,44
Après ensilage.....	0,92	2	0,46

Dans un autre ensilage de Trèfle incarnat fait avec addition d'acide formique (5 l d'acide 90 p. 100 dans 100 l d'eau ; 4 l du mélange pour 100 kg de fourrage) l'aspect de l'ensilage était meilleur que celui analysé précédemment, avec une acidité bien plus élevée (7, 6g par kg de produit frais ; pH = 4,2).

c) Le Ray-grass d'Italie

Le Ray-grass d'Italie est un fourrage de grande valeur dont l'utilisation n'est sans doute pas assez généralisée dans notre région. Semé dans la deuxième quinzaine d'août, il peut être pâturé avant l'hiver et fournir

à nouveau un fourrage de printemps. Il peut aussi être semé à d'autres époques de l'année, en mars-avril par exemple et, d'une façon générale, à tout moment, sauf pendant la sécheresse estivale ou le froid de l'hiver, c'est-à-dire soit comme fourrage principal, soit comme culture dérobée. Il s'agit donc d'une plante d'une grande souplesse d'emploi.

Souvent il est associé à de l'escourgeon, particulièrement chez les cultivateurs d'origine belge.

Voici les résultats que nous a donnés cette association en 1952 dans le Pays de Caux.

Fin septembre 1951, l'escourgeon a été semé le premier à raison de 70 kg/ha, puis le Ray-grass italien, à une profondeur moindre, au taux de 40 à 50 kg, ce qui à notre avis est notablement trop élevé. La précocité du Ray-grass italien est sensiblement plus marquée que celle de l'escourgeon et à la date de la première coupe, 24 avril 1952, il était épié.

C'est donc le Ray-grass italien qui impose l'époque de coupe si on veut éviter de récolter un fourrage trop grossier.

Poids du fourrage vert à l'ha	27 T 330
Poids du fourrage sec à l'ha	3 T 940
Poids de protéine digestible à l'ha	338
Unités fourragères à l'ha	1772

Cette première coupe a une valeur fourragère analogue à celle du Seigle fourrage que l'on fait pâturer un peu plus tôt. Mais il est possible que le Ray-grass italien réagisse mieux que ce dernier à l'engrais azoté.

Dans un échantillonnage plus ancien, effectué le 11 mai 1943, également dans le pays de Caux, nous avions trouvé pour un mélange dont le Ray-grass était nettement plus avancé :

Poids du fourrage vert à l'ha	21 T 125
Poids du fourrage sec à l'ha	4 T 320
Poids de protéine digest. à l'ha	180
Unités fourragères à l'ha	2108

Nous donnons ci-dessous l'analyse alimentaire de ce mélange (p. 100 de matière sèche) :

Matière azotée totale	7,8
Extrait à l'éther	0,1
Sucres facilement hydrolysables	36,5
Cellulose brute	29,5
Matières minérales	8,8
Rapport N protéique/N total	0,79

J. VERDEYEN (13) donne un certain nombre de chiffres de rendements en matière sèche, en protéine digestible et en valeur amidon relatifs à des cultures réalisées en Belgique avec des apports importants d'engrais azotés. Ces chiffres sont notablement plus élevés (7 t de matière sèche pour une récolte au 10 mai). Il ne semble pas que l'on obtienne une telle masse de fourrage avec un Raygrass italien cultivé isolément.

L'avantage du mélange est de donner un mois plus tard une seconde

coupe renfermant une proportion non négligeable d'escourgeon ; cette coupe est d'autant plus importante qu'elle est favorisée par un apport de nitrates.

En Pays de Caux, il n'est pas rare d'obtenir 3 coupes dans l'année avec le mélange étudié, mais le Ray-grass italien est à peu près seul en troisième coupe. Dans la plaine de Saint-André, plus sèche (pluviométrie annuelle : 650 mm) sur argile à silex remaniée, on n'obtient pas plus de deux coupes.

On reproche au Ray-grass italien de laisser une terre par trop dépourvue en eau ; c'est le défaut de toutes les cultures qui fournissent un tonnage important de matière sèche au début de l'année.

Le mélange du Ray-grass italien avec le Trèfle incarnat, est utilisé pour réduire les dangers de météorisation du Trèfle incarnat et pour combler les vides d'une culture qui n'est pas sans échecs. Dans ce cas, on n'emploie pas plus de 2 à 3 kg de Ray-grass italien toujours très agressif et déjà bien installé avant l'hiver.

Nous étudierons avec les fourrages temporaires les associations du Ray-grass italien avec le Trèfle violet, la Luzerne et la Minette.

3° Les fourrages annuels d'été

a) Association d'une céréale et d'une légumineuse

Rappelons pour mémoire que ce type d'association, très anciennement pratiquée sous le nom de dragée est semée à trois époques différentes, soit après le Seigle fourrage, soit après le Trèfle incarnat hâtif, soit après le Trèfle incarnat tardif.

La céréale est tantôt une Avoine de printemps, tantôt du Maïs. Les légumineuses utilisées sont la Vesce de pays seule ou le mélange Vesce-Pois fourrager.

Les notations de l'École nous permettent de donner depuis 1948, quelques précisions sur les opérations culturales pratiquées avant le semis, les mélanges réalisés et les résultats obtenus.

a) *Après Seigle fourrager.*

Nous n'insisterons pas sur les façons culturales toujours très nombreuses à l'École d'Agriculture d'Yvetot. Le semis est réalisé, le plus souvent, sans qu'il soit procédé à l'apport d'une fumure supplémentaire (apport en 1948 de 360 kg KCl et 500 kg de superphosphate à l'ha). La date de ce semis se situe entre le 22 avril (1948) et le 22 mai (1950). Quant au mélange utilisé, il est variable suivant les années, mais d'une façon générale, il se compose d'Avoine (25 à 50 kg/ha) et de Pois (30 à 200 kg).

Lorsqu'on utilise moins de 100 kg de Pois à l'hectare, on complète le mélange avec de la Vesce de pays (60 à 120 kg).

Le pâturage au piquet a lieu 9 à 10 semaines après le semis fin juin début juillet. Le nombre de jours de pâturage dépend de l'importance du fourrage produit ; il est en année moyenne de 150 jours environ à l'hectare, représentant approximativement 1 500 U. F.

b) *Après Trèfle incarnat hâtif.*

Nombreuses façons culturales. Semis dans la dernière semaine de mai, quelquefois plus tard (30 juin 1951). Le mélange utilisé est, comme le précédent, à base d'Avoine (30 kg/ha) et de Pois (50 à 100 kg). De la même façon qu'après Seigle fourrager, on complète les faibles doses de Pois avec de la Vesce et comme la saison est suffisamment avancée, on remplace partiellement ou complètement l'Avoine par le Maïs (employé seul à raison de 150 kg/ha). Le pâturage au piquet a lieu au début de juillet, 6 à 8 semaines après le semis. Le nombre de jours de pâturage est en moyenne d'une centaine (1 000 U. F.) par hectare.

c) *Après Trèfle incarnat tardif.*

Nombreuses façons culturales. Semis du 15 juin (1948) au 17 juillet (1950) d'un mélange de Pois-Avoine, comme précédemment, avec substitution partielle ou complète du Maïs à l'Avoine. La Vesce de pays est associée au Pois.

Le pâturage au piquet a eu lieu à partir du 25 août (1948) ou du 13 octobre (1950), c'est-à-dire de 9 à 12 semaines après le semis. Le nombre de jours de pâturage se situe entre 120 et 150.

Les chiffres réunis ci-dessus permettent d'apprécier le rendement des différents fourrages cultivés pendant la période chaude. Bien que ce rendement soit sujet à de grandes variations suivant les conditions de l'année, avec ces fourrages, il est possible en 2 mois ou 2 mois 1/2 d'obtenir 100 à 140 jours de pâturage pour une vache laitière de 500 kg produisant une vingtaine de litres de lait. Si l'on rapporte cette production fourragère au temps qu'elle occupe le sol, on se rend compte que les plus fortes productions à l'unité de temps sont obtenues avec des mélanges semés en mai-juin ; le Maïs fourrage valorise bien les dernières semaines de l'été avant les gelées.

Il conviendrait que chacun des mélanges dont nous venons de parler soit examiné séparément pour que leur productivité soit précisée, mais qu'aussi l'époque de récolte la plus favorable soit déterminée.

C'est ce que nous avons fait pour une Vesce-Avoine, semée après Seigle ; les récoltes ont été faites le 18 juillet (pleine floraison de la Vesce ; hauteur 60 à 65 cm), le 26 juillet (Vesce fructifiée, Avoine non mûre) et le 21 juillet (Avoine mûre).

Le tableau V donne l'évolution du poids à l'hectare du fourrage vert, du fourrage sec, de la matière azotée totale au cours de ces trois prélèvements :

TABLEAU V

	18 juillet	26 juillet	31 juillet
Fourrage vert à l'ha.....	36 t 700	55 t 450	62 t 670
Fourrage sec à l'ha.....	5 t 320	7 t 390	8 t 900
Mat. az. tot. % Mat. sèche.....	19,6	14,6	12,5
Mat. az. tot. à l'ha.....	1 t 044	1 t 080	1 t 112
P_2O_5 % mat. sèches.....	1	0,9	1
CaO % mat. sèches	1,2	1,5	1,6

Les trois prélèvements donnent sensiblement à l'hectare la même masse de protéine brute. Le prélèvement du 18 juillet, qui permet d'obtenir un fourrage moins grossier et de libérer le sol plus tôt, est donc le plus favorable ; lors de ce prélèvement, le rapport $\frac{\text{azote protéique}}{\text{azote totale}}$ était de 0,49.

Teneur en cellulose brute p. 100 de matières sèches : 26.

Unités fourragères par kg de matières sèches : 0,350.

A l'hectare : 1 860 unités fourragères.

Nous avons également analysé le mélange Avoine, Vesce, Pois, semé le 30 mai 1952 après Trèfle incarnat hâtif et dont nous avons donné la composition précédemment. Prélèvement le 23 juillet (année très sèche) (Tableau VI).

TABLEAU VI

Poids fourrage vert à l'ha	15,500 T
Poids fourrage sec à l'ha	6,570 T
Matières azotées totales p. 100 matières sèches.....	16,4
Cellulose brute p. 100 matières sèches.....	40,6
U. F. par kg	0,305
U. F. à l'ha	2004
Protéine digestible à l'ha	503 kg

Il arrive fréquemment que des mélanges de céréales et de légumineuses annuelles soint ensilées. Nous avons réalisé un certain nombre de bilans fourragers de cet ensilage. Le mélange dont nous donnons l'analyse ci-dessous se composait surtout de Pois fourrager. Ensilage formique le 30 juillet ; produit retiré du silo le 1er avril de l'année suivante. Le fourrage obtenu avait une bonne odeur (pas d'odeur butyrique), une couleur jaune vert. Acidité (en acide sulfurique) : 5,87 g par kg de matière verte ; pH : 4. Par le procédé des sacs pesés avant et après ensilage, il a été possible d'évaluer les pertes de matière sèche au cours de l'opération : elles ont été de 8,87 p. 100 (matière sèche retrouvée : 91,13).

Tableau VII

Bilan de l'ensilage

Composition à l'état sec	Avant ensilage	Après ensilage	Pour 91,13 %	Gain ou perte %
Mat. azot. albuminoïdes	12,95	5,18	4,73	— 36,8
Mat. azot. amidées	10,17	11,99	10,93	+ 0,08
Matière grasse	2,71	4,94	4,50	
Extractif non azoté	35,56	33,32	30,36	— 14,6
Cellulose brute	29,06	34,22	31,18	+ 7,2
Matières minérales	9,55	10,35	9,43	
	100,00	100,00	91,13	

Il s'agit d'un bon ensilage, bien que l'on ne manquera pas de noter la perte élevée de la matière azotée sous sa forme albuminoïde dont une partie se retrouve sous la forme amidée.

La dégradation de la matière albuminoïde au cours de l'ensilage semble être la règle. Elle semble d'autant plus marquée que l'acidité développée au cours des fermentations est moins élevée, comme il semble résulter des notations que nous avons faites sur un ensilage chlorhydrique de Vesce-Avoine et que nous rappelons dans le tableau VIII.

Tableau VIII

	Milieu du silo	Bord du silo	Fond du silo
pH	4,6	4,5	5,9
Acidité (en SO_4H_2) par kg	11,17 g	9,4 g	2,5 g
Matières azotées totales	17,16	18,78	19,62
Rapport $\frac{\text{azote albuminoïde}}{\text{azote totale}}$	0,48	0,35	0,28

Dans un autre ensilage d'un mélange d'Avoine et de Pois fourrager avec un peu de Féverole, effectué le 17 juillet 1952, la température s'est élevée pendant une huitaine de jours à 75°. Au sortir du silo, le 10 décembre 1952, le produit avait encore une température de 38° et l'aspect d'un foin brun à bonne odeur. Acidité (en SO_4H_2) par kg de fourrage vert : 3,7 g, pH : 4,2.

Le bilan fait apparaître une perte de 10 p. 100 de la matière azotée totale et de 25 p. 100 de l'extractif non azoté qui renferme les sucres facilement hydrolysables, par rapport à la matière sèche du fourrage ensilé.

C'est le coût des processus de fermentation. Il est plus élevé pour un pois fourrager ensilé le 17 juillet 1952 et retiré le 29 décembre de la même année. Nombre d'U. F. par tonne de fourrage vert avant ensilage : 69,9 ; après ensilage : 44.

La perte d'unités fourragères par tonne de fourrage vert est de 37 p. 100 environ.

Les pertes de la protéine digestible sont de l'ordre de 11 p. 100.

Pour terminer, donnons quelques indications sur la valeur fourragère de quelques mélanges que nous venons d'examiner (tableau IX).

TABLEAU IX

	Unités fourragères par kg de matière sèche	Protéine digestible par kg de matière sèche
Vesce Avoine	0,35	76,5 gr.
Vesce ensilée	0,467	86,5
Pois Avoine	0,413	55,4
Pois Avoine ensilé	0,382	58
Pois fourrager	0,432	100
Pois ensilé	0,339	92,6

b) LA FÉVEROLE

La cherté des tourteaux et l'action néfaste pour le bétail de certains solvants industriels ont incité un certain nombre de bons agronomes à remettre en honneur la culture de la Féverole qui avait été quelque peu négligée à la suite d'échecs provoqués par des attaques de pucerons qu'on peut actuellement maîtriser.

Comme le rappelle J. VASSEUR (12), la Féverole est surtout cultivée dans les zones d'élevage de chevaux et pour la production de graines.

Dans ce but, on sème fin février ou dans la première quinzaine de mars. Semis assez profond (6 cm) permettant de passer la herse juste avant la levée. Une récolte normale exige 30 à 35 plantes au mètre carré. 12 pieds au mètre linéaire pour des lignes espacées de 40 cm. Suivant la grosseur des semences, on sème à raison de 160 à 220 kg à l'hectare.

Le traitement contre les pucerons doit être effectué aussitôt après l'apparition des parasites : en année normale, on peut se contenter de pulvériser ou de poudrer les lisières des champs.

La récolte se fait à la moissonneuse-lieuse quand les gousses de la base sont mûres.

Selon J. VASSEUR, en Seine-Inférieure, il doit être possible de réaliser un rendement de 35 à 40 quintaux de graines en année normale.

En fait, en 1952, année sèche, dans le pays de Caux, les essais réalisés font apparaître un rendement de l'ordre de 25 quintaux d'un aliment renfermant 25 à 28 p. 100 de protéine brute et 18 à 20 p. 100 de protéine digestible. Rendement par hectare : environ 500 kg de protéine digestible.

Il semble que la culture de la Féverole ait des rendements bien plus substantiels dans la Manche où il n'est pas rare de récolter 60 qx de graines

à l'hectare dans la région de Valognes sur sol frais ayant reçu une demi-fumure de fumier de ferme.

Nous avons comparé à Yvetot, en année sèche 1952, le rendement d'une Féverole de pays coupée au stade floraison et à celui du grain laiteux.

Semée le 24 avril, en lignes espacées de 18 cm sur sol de limon qui avait porté du Maïs en 1951, après scarifiage, labour, et hersage quelques jours auparavant.

Après le semis, apport le 25 avril d'un engrais 12-9-9 à raison de 500 kg à l'hectare. Nouveau coup de herse, puis binage à la main lorsque les jeunes plantes avaient 6 cm de haut. Contre les pucerons il a été fait une application de « Rodiatox 15 » à raison de 10 kg à l'hectare le 25 juin, à un moment où ces parasites, favorisés par la sécheresse, étaient déjà très envahissants.

Alors que la densité est de 30 à 35 pieds au mètre carré pour des semis de 150 à 170 kg à l'hectare — lorsqu'on se propose la récolte des graines — dans l'essai que nous rapportons, on comptait 15 pieds en moyenne au mètre linéaire (environ 100 pieds au mètre carré).

Première récolte à la fin floraison le 11 juillet ; les plants avaient alors un peu moins d'un mètre de haut.

Seconde récolte le 13 août au début du stade grains verts.

Le tableau X donne la valeur fourragère de ces deux récoltes.

TABLEAU X

	Rendement à l'ha		Protéine br. % mat. sèche	Cellulose br. % mat. sèche	Protéine digest. à l'ha
	en vert	en mat. sèche			
1re récolte.....	18 t 500	7 t 360	20,1	17,2	949
2e récolte.....	18 t	8 t 100	21,1	15,1	1 144

Le poids de protéine digestible obtenu en récoltant la plante entière est incontestablement beaucoup plus élevé qu'il n'aurait été en ne prélevant que la graine dans une culture assez mal venue par suite de la sécheresse.

Nous remarquerons qu'entre la floraison et le stade grains verts, le taux de cellulose p. 100 de matière sèche n'a pas augmenté ; il est même passé de 17,2 à 15,1.

La masse de protéine digestible obtenue au cours de cet essai nous rend compte de l'intérêt des associations Vesce-Féverole qui ont permis d'obtenir à la Station centrale de Versailles des rendements tout à fait remarquables à cet égard.

c) Le maïs fourrage

La culture du Maïs comme fourrage a pris une certaine extension en Normandie depuis quelques années, soit isolément, soit en association avec d'autres plantes fourragères, notamment dans le mélange Pois-Vesce qui est semé après le Trèfle incarnat.

Nous avons donné à plusieurs reprises des indications sur cette culture, (2) et (4), qui dans le pays de Caux est tantôt soumise à la pâture au piquet, tantôt ensilée.

Si dans l'Eure, et notamment dans la plaine du Neubourg et dans le Roumois, on a pu réaliser des semis précoces mi-mai permettant d'obtenir des récoltes tout à fait remarquables de graines, il ne semble pas que l'on puisse semer avec de bonnes chances de réussite avant fin mai-début juin dans le limon des plateaux cauchois.

A l'École d'agriculture d'Yvetot, en 1951, le Maïs (W 464, Doré de Gomer, U 3 et Grand Roux Basque) a été semé le 31 mai pour l'ensilage, après un Trèfle incarnat hâtif, à raison de 90 kg/ha en ligne de 0,50 m. Un second semis a été effectué à la même densité et dans les mêmes conditions, un mois après, le 30 juin. Pour cette dernière culture, qui fut aussi ensilée, le rendement moyen était de l'ordre de 32 t en vert.

En 1952, le Maïs a été semé à deux reprises, après Seigle fourrage (8 mai) et après Trèfle incarnat tardif dans la seconde quinzaine de juin. Après ces deux précédents, le travail du sol est énergique, scarifiage, labour, hersage, croskillage, épandage de nitrates, hersage, avant le semis en lignes de 35 cm. Hersage et binage à la levée.

En 1953, les variétés ont été semées le 22 juin en lignes de 25 cm à raison de 70 kg et de 110 kg à l'hectare : Grand Roux Basque, U 20, U 28, Iowa 4417. Pour chaque variété et pour chaque densité de semis, on a épandu 25 et 50 kg d'azote à l'hectare ; un témoin était laissé sans azote. Récolte le 22 septembre. Nous ne retiendrons de cet essai que quelques indications générales.

a) Les espèces précoces, comme Grand Roux Basque, U 20, qui avaient terminé leur floraison mâle et femelle à la récolte, avaient un aspect desséché. On notait seulement pour Ia 4417 et U 28 l'apparition de quelques hampes florales et le fourrage avait bel aspect. On note une verse marquée pour G. R. B. et U 20 aux doses de 50 kg/ha d'azote, mais rien de tel pour Ia 4417 et U 28 (notations faites à l'École et communiquées par M. Delarue, directeur).

b) Les rendements en matière sèche sont plus élevés pour les variétés Ia 4417 et U 28 (de l'ordre de 8 t) ; il est notablement plus faible pour U 20 (voisin de 6 t).

c) Ces rendements en matière sèche sont plus élevés pour les semis

à raison de 110 kg que ceux à 70 kg. Par contre la teneur en protéine brute de la matière sèche qui varie de 8,3 à 13,5 p. 100 est plus élevée pour les faibles densités de semis, ce qui s'explique par un développement foliacé plus important. Mais il s'agit d'une faible différence et c'est encore la densité de semis à 110 kg/ha qui donne la plus grande production de protéine brute. Le coefficient de digestibilité calculé se situe aux environs de 53 p. 100.

En terminant ces rapides indications sur la culture du Maïs fourrage en Normandie, nous dirons que partout où il n'a pas été détruit par les attaques massives des corbeaux, ou qu'il n'a pas eu à redouter des températures basses au début de sa végétation ou des conditions climatiques trop sèches, le Maïs a été accueilli avec faveur par les agriculteurs.

Il semble que ce soit les variétés tardives à grand rendement qui soient les plus intéressantes, même dans le cas d'un semis tardif comme en 1953.

Dans la zone plus sèche du plateau de St André, on préfère les semis et les variétés précoces qui ont moins à souffrir des sécheresses estivales.

On sait que de toute façon il constitue un fourrage facile à ensiler.

A titre d'exemple, nous donnons ci-dessous l'analyse alimentaire d'un Maïs ensilé sans conservateur au stade grain laiteux (Tableau XI),

TABLEAU XI

Humidité	73,8	%
pH	3,7	
Acidité (en SO_4H_2) par kg d'ensilage	3,04	g
Protéine brute par kg d'ensilage	19,9	g
Protéine digestible par kg d'ensilage	9,7	g
Unité fourragère par kg d'ensilage	0,11	

d) AUTRES FOURRAGES

L'étude méthodique des fourrages susceptibles de donner les plus hauts rendements en Normandie ne doit pas négliger les espèces mises en œuvre çà et là avec des succès divers.

Il y a des introductions récentes de Vesces et de Féveroles que nous n'avons pas encore expérimentées. On utilise le Moha de Hongrie sur des sols médiocres, l'Anthyllide en mélange avec d'autres fourrages sur les alluvions anciennes près de Rouen, et l'on retrouve le Topinambour de temps en temps, même sur sol de limon.

Nous dirons quelques mots successivement du Soja, du Trèfle d'Alexandrie, du Panais et de la Pomme de terre.

1° *Le Soja*

On sait les efforts méritoires réalisés pour acclimater le Soja en Normandie comme plante à grains, notamment par Ch. BRIOUX, Directeur

de la Station Agronomique de Rouen. Les essais récents n'ont pas été encourageants.

En tant que fourrage, nous avons tenté d'associer le Soja au Maïs. Le développement de la céréale étouffe la légumineuse qui reste faible et soumise aux dégâts des lapins.

Quelques cultures de Soja fourrager ont été réalisées en Seine-Inférieure. Elles ont permis d'étudier le bilan fourrager d'un ensilage à l'acide formique de cette plante récoltée le 4 septembre 1950 et retirée du silo le 31 mars de l'année suivante.

Il s'agit d'un ensilage dont l'acidité était insuffisante (pH 5,6 ; acidité titrable évaluée en acide sulfurique par kg d'ensilage : 0,55 gr).

Au cours de l'ensilage, il y a eu perte de matière sèche ; 100 kg de matière sèche avant ensilage ont fourni 85,7 kg de matière sèche à la sortie de la cuve. Le bilan de l'opération est consigné dans le tableau XII qui tient compte des pertes de matière sèche pour 100 kg de matière sèche ensilée.

TABLEAU XII

	Avant ensilage	Après l'ensilage
Protéine brute	17,0	9,4
Extrait éthéré	1,5	2,0
Extractif non azoté	44,9	31,6
Cellulose brute	23,3	27,8
Matière minérale	13,3	14,9
	100,0	85,7
Uuités fourragères	48	31
Protéine digestible	10 kg	4,8 kg

Ce bilan fait apparaître des pertes de 45,3 p. 100 de protéine brute, de 29,6 p. 100 d'extractif non azoté. Les sucres et glucides facilement hydrolysables représentaient au départ 15,4 p. 100 de la matière sèche ; à la fin de l'ensilage, les pertes atteignent 27,3 p. 100. Quant à l'insoluble formique qui était de 44,4 p. 100 au départ, les pertes sont de l'ordre de 15 p. 100.

La perte d'unités fourragères a été de 36 p. 100 et celle de protéines digestibles de 52 p. 100.

Il s'agit d'un ensilage qui avait assez mauvaise odeur, et en fait assez mal réussi, soit que la quantité d'acide formique ajouté ait été insuffisante, soit que le fourrage ensilé ait été trop humide, 83,4 p. 100 (Cf. le bilan de Luzerne analysé p. 286).

En ce qui concerne l'analyse alimentaire du Soja, nous noterons qu'il s'agit d'un fourrage sensiblement aussi riche que la Luzerne en protéine brute, mais plus pauvre en cellulose. Le rapport entre la cellulose brute et l'indice formique estde l'ordre de 1,9.

2° *Le Trèfle d'Alexandrie*

Dans le pays de Caux, le Trèfle d'Alexandrie a depuis quelques années une certaine faveur auprès des agriculteurs dans la mesure où il permet de trouver un remplaçant à un Trèfle violet que les conditions météorologiques exigent de refaire.

Le semis se fait à raison de 40 kg à l'hectare, depuis le 25 avril (après le Seigle fourrage) et jusqu'au 15 juin. Lorsqu'il est semé de bonne heure, il permet un premier pâturage, après lequel on pourra encore prendre une coupe de 3 à 400 kg. Certaines années, il a été possible d'obtenir encore un regain pâturable.

Le Trèfle d'Alexandrie souffre de la sécheresse ; il ne fait pas « météoriser » les bovins.

Voici quelques indications sur la valeur fourragère du Trèfle d'Alexandrie récolté au stade floraison le 4 septembre 1950, chiffres rapportés à 100 de matière sèche :

Protéine brute	15,7
Cellulose brute	32
Insoluble formique	41,2
Lignine	7
Matières minérales	14,2
Unité fourragère	44,6
Protéine digestible	8,2

Semé en juin sur alluvions anciennes bien fumées, ce Trèfle d'Alexandrie a donné en un peu moins de 90 jours, environ 2,5 t de foin sec.

3° *Panais*

La culture du Panais n'est pas habituelle dans le pays de Caux. Elle a été réalisée à l'École en 1942. Semis en avril en lignes espacées de 60 cm à raison de 5 kg de graines à l'hectare. Binage et éclaircissage de façon à laisser une plante tous les 20 cm. A la mi-octobre, récolte des feuilles ; pour les tubercules on peut les retirer au fur et à mesure des besoins jusqu'en mars de l'année suivante.

Les rendements varient de 20 à 45 000 kg à l'hectare. (Pour le calcul ci-dessous, rendement de 25 000 kg.) Nous donnons dans le tableau XIII quelques indications sur la valeur fourragère du Panais d'après nos analyses :

TABLEAU XIII

	Produit frais	Produit sec
Humidité	78,54	0
Matière azotée totale	2,14	9,89
Matières albuminoïdes	0,69	3,19
Sucres totaux (en glucose)	7,04	27,90
Celluse brute	1,50	6,93
Matières minérales	1,38	6,38
U. F. pour 100 kg	22,6	
Protéine digestible	1,75	

Les chiffres précédents font apparaître la grande valeur fourragère du Panais, qui est considéré comme favorisant la production lactée des vaches laitières. On lui reproche la difficulté qu'il présente à l'arrachage.

4° *La Pomme de terre*

Nous ne dirons que quelques mots de la Pomme de terre en tant que plante fourragère et pour relater un essai d'ensilage fait sur des tubercules ayant subi la cuisson.

On sait que ce type d'ensilage a été préconisé pour assurer une bonne conservation.

Au cours de l'ensilage, il y a eu perte de matière sèche. Pour 100 kg de matière sèche introduite dans le silo, on ne retrouve plus que 89,9 de matière sèche ensilée.

Le pH de l'ensilage était de 3,9 (acidité en SO_4H_2 par kg de produit : 0,82).

L'humidité initiale était de 73,8 p. 100 et de 75,2 p. 100 à la fin de l'opération.

Le tableau XIV rend compte du bilan de l'ensilage qui a duré un peu plus de deux mois. Il exprime la composition alimentaire à l'état sec.

TABLEAU XIV

	Avant ensilage % de matière sèche	Après ensilage % de matière sèche	Pour 89 k 9
Protéine brute	12,8	11,6	10,4
Extrait éthéré	1,4	1,4	1,3
Extractif non azoté	75,3	74,6	67
Cellulose brute	3	3,3	3
Matières minérales	7,5	9,1	8,2
	100,0	100,0	89,9

Le tableau XIV fait apparaître des pertes de 18,5 p. 100 de la protéine brute et de 10 p. 100 sur les hydrates de carbone.

D'après G. RUSCHMANN et L. HARDEN, il est important d'ensiler la Pomme de terre chaude, car avant qu'elle ne se refroidisse, il y a intervention des bactéries lactiques chaudes, lesquelles déterminent une telle acidification qu'il ne peut plus y avoir place pour les ferments butyriques.

En résumé, la tonne de Pommes de terre qui, au départ, valait 306 unités fourragères avec une teneur de 29,8 kg de protéine digestible, perd au cours de l'ensilage 36 unités fourragères et 10,7 kg de protéine digestible.

C'est, avec le chauffage nécessaire, le coût de l'opération.

4° Les Fourrages annuels d'arrière saison

a) Les Betteraves

Nous examinerons sous cette rubrique aussi bien les betteraves fourragères et demi-sucrières que les pulpes et collets de la betterave sucrière qui sont utilisés depuis quelques années dans le pays de Caux comme aliment du bétail. Nous rappellerons en quelques mots les conditions de leur culture à l'École d'Agriculture d'Yvetot. La betterave sucrière comme la betterave fourragère, reçoit la fumure au fumier de ferme (50 t), 600 kg de superphosphates, 600 kg de sylvinite riche, 100 kg de sulfate d'ammoniaque. Au semis on apporte 100 kg de nitrate et autant après le démariage. Comme pour toutes les cultures pratiquées à Yvetot, de nombreuses façons culturales sont effectuées après la moisson précédente : scarifiage à 5-10 cm, et hersage pour retirer le plus de mauvaises herbes possible ; labour à 6 ou 8 cm pour enfouir le fumier, puis, un mois après, nouvel hersage et deux scarifiages (10-12 cm et 15-20 cm) pour bien répartir le fumier dans le sol et pour éviter les racines fourchues.

En janvier, nouveau labour de 35 cm avec griffe fouilleuse de 18 cm. En mars, opérations superficielles et épandage des engrais du commerce. Scarifiage à 12 ou 15 cm. Au début de mars, avant semis, hersage, passage de l'émotteuse ; on reste sur un émottage si le temps est sec, sur un hersage si le temps est humide. Épandage du nitrate et semis des graines à raison de 20 à 25 kg/ha pour la betterave sucrière, de 15 à 20 kg/ha pour la betterave fourragère. Binage entre les lignes, démariage, nouvel apport d'engrais azoté. Binages répétés.

La Betterave fourragère est parfois semée très tard (fin mai) dans le pays de Caux. Précisons quelques dates de semis réalisés après blé.

En 1948, le semis a été fait en lignes de 40 cm à raison de 15 kg/ha, le 5 mai pour la Jaune Ovoïde des Barres, le 10 mai pour la Rouge demi-sucrière et la Blanche à collet vert.

En 1949, semis le 12 mai pour Blanche à collet vert et Géante de Vauriac (lignes de 45 cm).

En 1950, semis le 20 mai de la Blanche à collet vert.

En 1951, semis le 26 mai de la Blanche à collet vert et de l'Ovoïde des Barres.

En 1952, semis le 13 mai des mêmes et également en lignes de 45 cm.

Le choix entre la betterave sucrière et la betterave fourragère ou demi-sucrière dépend évidemment des facilités que présente l'écoulement de la récolte vers une sucrerie ou une distillerie. Quant à la comparaison des valeurs fourragères des deux betteraves, elle a été faite bien souvent. On a mis en parallèle le rendement en fourrage de la betterave sucrière (pulpe et verts de betterave) et celui de betterave fourragère.

Rappelons rapidement les données de la comparaison à la lumière de nos propres observations et analyses. Nous indiquerons en premier lieu l'existence de différences importantes dans le rendement des deux betteraves suivant les années ; ce rendement varie du simple au double.

Pour les betteraves fourragères, la moyenne de 9 ans est de 90 t ; pour la sucrière, 36 t, (moyenne de 6 ans).

Les éléments de nos évaluations correspondant à un hectare des deux betteraves sont contenus dans le tableau XIV. Ils sont très approximatifs, car les rendements, la valeur alimentaire des verts de collets (rapport variable du poids de feuilles et collets), de la pulpe, les pertes à l'ensilage, etc... varient beaucoup.

TABLEAU XIV

		U. F. à l'ha	Protéine digest. à l'ha
Betterave sucrière.....	Racines : 36 t.		
	Verts de betterave : 30 t.		
	avant ensilage	3 000	450 kg
	après ensilage	2 100	350 kg
	Pulpe : 13 t.		
	avant ensilage	1 000	75 kg
	après ensilage	800	50 kg
Betterave fourragère.....	Racines : 90 t.	7 500	500 kg
	Feuilles 30 t.	2 600	400 kg

Le rendement à l'hectare, pour la betterave fourragère, est de l'ordre de 8 à 10 000 unités fourragères renfermant 800 à 1 000 kg de protéine digestible.

Pour la betterave sucrière, l'ensemble pulpe, feuilles et collets, après ensilage dans de bonnes conditions n'est que 3 000 U. F. environ avec 400 kg de protéine digestible.

Nous poursuivons actuellement des recherches sur cet ensilage et il nous sera bientôt possible d'apporter une contribution à l'étude des pertes réalisées au cours de cette opération.

Les chiffres précédents vont nous permettre de comparer la valeur fourragère de deux plantes : la Betterave et le Maïs qui toutes deux constituent des sources importantes d'aliment du bétail.

Le Maïs et la Betterave s'offrent également au choix de l'agriculture dans nos régions. La céréale présente l'avantage d'exiger moins de travail ; sa culture peut être mécanisée.

En Normandie, la Betterave occupe généralement un peu plus longtemps le sol que le Maïs qu'on peut semer après un Trèfle incarnat.

C'est une pratique qu'on suit également parfois pour la Betterave, mais elle n'est pas sans risques lorsque l'année est sèche. Lorsqu'il n'est

pas un échec complet, le semis tardif de la Betterave donne des rendements sensiblement moindres.

Suivant les années et les conditions culturales, les types cultivés, la Betterave fourragère à haute teneur en matière sèche et le Maïs peuvent fournir de 7 à 10 000 U. F. et même davantage (notamment pour les variétés tardives de Maïs fourrage récoltées au stade grain laiteux).

Comparons maintenant ces deux plantes fourragères à la Pomme de terre.

Une Pomme de terre produisant 35 t à l'hectare fournit une dizaine de milliers d'unités fourragères (Cf. plus haut). Semée début mai, elle peut être précédée dans l'assolement fourrager d'une Navette d'hiver ou d'un Colza fourrager semé début de septembre, succession réalisée en 1954.

b) Les Crucifères

S'il est courant d'utiliser la Moutarde blanche comme culture dérobée après une céréale, c'est le plus souvent pour l'enfouir comme engrais vert.

Choux moelliers et choux cavaliers sont peu cultivés en Normandie. La culture du colza fourrager n'est pas fréquente et il semble que ce soit des colzas type parapluie qui soient utilisés de préférence à cet égard.

Il en est de même de la Navette d'hiver. Par contre on utilise assez souvent des Navets comme nourriture d'hiver.

En 1949 à l'École d'Agriculture d'Yvetot, après blé, sur labour et hersage, un demi-hectare a été semé en Navets au début du mois de septembre. Taux de semis : 5 kg/ha. Les Navets ont été pâturés au piquet du 24 mars au 4 avril 1950 par 19 vaches laitières qui ont trouvé ainsi un fourrage plus précoce que le Seigle fourrage.

Dans la pratique, on reproche à toutes ces crucifères de donner un goût désagréable au lait.

En Angleterre, c'est pour l'engraissement des agneaux que l'on sème le Colza qu'on associe souvent au Navet blanc. Lorsque la culture de Colza est bien réussie, on estime qu'un hectare est suffisant pour l'engraissement à l'automne d'une quarantaine d'agneaux. En Nouvelle-Zélande, d'après Holmes (7), on échelonne les semis de quinze jours en quinze jours pour assurer le pâturage des moutons de la fin de l'été au début de l'automne (1).

Depuis quelques années, le Colza « Liho », sélection allemande à utiliser comme fourrage d'été, est cultivé avec grand succès à l'École d'Agriculture d'Yvetot. Bien que ce Colza soit caractérisé par sa croissance rapide et la possibilité d'une date de semis tardive, il semble qu'il ne donne

(1) Le semis de Rutabaga entre les lignes de Maïs est quelquefois réalisé dans l'Eure pour la consomation des moutons.

un fourrage appréciable dans le pays de Caux, que s'il est semé au début d'août. Semé plus tôt, il redoute les dégâts de l'Altise et comme il exige 8 à 10 semaines pour son plein développement, il doit être ensemencé suffisamment tard pour ne pas fleurir prématurément. Il est insensible aux gelées précoces, jusqu'à —8°, et peut continuer à végéter à basse température.

Semé à raison de 10 kg à l'hectare, le Colza « Liho » donne des rendements variables suivant les années : récolte de 35 t. de fourrage vert en 1948, de 7,850 t le 15 octobre 1949 après un semis tardif ; récolte enfouie en 1952 après un semis le 12 août.

Nous donnons ci-dessous l'analyse alimentaire de la récolte 1949.

Cette analyse est rapportée à la matière sèche ; le fourrage vert renfermait 87,2 p. 100 d'eau (Tableau XV).

TABLEAU XV

Matière azotée brute	13,8	%
Matière minérale	18,8	%
Cellulose brute	20,1	%
Lignine	6,8	%
U. F. par kg	0,513	
Matière protéique digestible par kg	0,084	kg
P_2O_5	1,07	
CaO	3,6	

Le Colza « Liho » est très sensible à l'action des engrais phosphatés.

La réussite d'une culture de cette crucifère présente donc un grand intérêt. Elle peut permettre d'obtenir en une dizaine de semaines, à la fin de l'été, une masse appréciable de 2 000 U. F. renfermant près de 350 kg de protéine digestible.

II. — LES FOURRAGES TEMPORAIRES

a) Le Trèfle violet et ses associations

D'une façon générale, comme le rappelle H. MINGASSON (10), le Trèfle violet bénéficie de la fumure donnée à l'avoine dans laquelle il est semé à raison de 15 kg à l'hectare. Comme les autres fourrages d'Yvetot, il est pâturé au piquet, sauf l'année du semis. Il n'est cependant pas rare de voir ce Trèfle violet pâturé au début de septembre jusqu'au début d'octobre, constituant ainsi un excellent fourrage d'arrière-saison.

A ce moment, la plante a 35 à 40 cm de haut et son rendement sur limon des plateaux, pour un Trèfle semé la même année dans une avoine, est compris entre 700 et 900 U. F. à l'hectare.

Ce pâturage au piquet à cette époque tardive ne se justifie que par beau temps et doit être suspendu dès les premiers froids.

La seconde année, la première coupe est faite fin juin, puis mise en

andains au rateau-faneur. Après un séchage en meulons de 4 à 500 kg, le Trèfle violet est rentré au bout d'une semaine environ. C'est le regain qui est pâturé. Le rendement en fourrage vert est de 16 à 32 t, ce qui représente de 4 à 8 t de fourrage sec.

Lorsque le Trèfle violet est coupé au début floraison, il donne un fourrage dont voici les caractéristiques (p. 100 matière sèche) :

Protéine brute	17,7 %	mat. sèche
Cellulose brute	26,5 %	—
Matières minérales	7,4 %	—
P_2O_5	0,62 %	—
CaO	1,35 %	—

Un rendement de 6 t à l'hectare correspond à 2 940 U. F. et 590 kg de protéine digestible.

Le Trèfle violet est parfois associé au Ray-grass d'Italie. On a alors intérêt à une première coupe plus précoce, car la graminée a un développement plus rapide.

Lors de la seconde coupe qui fut effectuée en 1952 le 23 juillet, le Trèfle violet était au début floraison, tandis que le Ray-grass italien était déjà très mûr. Ce dernier, qui repousse plus rapidement après la première coupe, représentait en poids 60 p. 100 du mélange (Trèfle violet seulement 40 p. 100).

Les prélèvements de ce fourrage, après analyse, ont permis de déterminer la valeur fourragère du mélange Trèfle violet-Ray-grass d'Italie.

Protéine brute p. 100 matière sèche	11,8	
Cellulose brute p. 100 —	33,1	
Poids de matière sèche à l'ha	7,17	t
U. F. à l'ha	2820	
Matière protéique digestible à l'ha	433	kg

Voici encore quelques indications sur le rendement du regain pâturé, après une coupe fin juin, de cette même association, l'année très sèche 1949. Prélèvement du 14 septembre dans un Trèfle de 30 cm de hauteur où le Ray-grass italien domine :

Poids vert à l'ha	6,850	t
Poids sec —	2,640	t
U. F. —	1290	
Protéine digestible	311	kg

L'analyse du fourrage sec était la suivante :

Protéine brute	20,6
Cellulose brute	24,3
Matières minérales	10,8
P_2O_5	0,59
CaO	1,97

Nous aurons à nous demander, lorsque nous étudierons les rendements de la luzerne et de l'association graminée-luzerne, s'il y a intérêt à entreprendre la culture des mélanges qui ont toute la faveur des agronomes américains. Pour le Trèfle violet, les mêmes associations ont été préconisées et la littérature agricole abonde de données qui mettent en

évidence leur intérêt. Ainsi nous tirons d'une brochure publiée par le Collège d'Agriculture d'Illinois (3) les indications suivantes des rendements obtenus en 1944 et 1945 (tableau XVI).

TABLEAU XVI

	Tonnes de foin à l'ha	
	1944	1945
Trèfle violet-fléole des prés	5,8 t	6 t
Trèfle violet-Dactyle	5 t	4,8 t
Trèfle violet-Brome inerme	6 t	6,4 t
Trèfle violet seul	5,7 t	6,6 t
Fléole des prés	2,8 t	3,2 t
Dactyle	1,5 t	1,5 t
Brome inerme	3,5 t	3,8 t

La considération du tableau précédent suffit à montrer que l'avantage de l'association réside dans un accroissement du rendement en poids (mais également en protéine) des graminées cultivées avec le Trèfle violet par rapport à la graminée cultivée seule. La supériorité de l'association sur le Trèfle violet seul est contestable.

De toute façon, dans ces mélanges, c'est en tenant compte du stade de développement de la graminée que l'on doit déterminer la date de coupe de mélange.

Dans l'association Trèfle violet-Ray-grass d'Italie dont nous venons de donner les caractéristiques, c'est à une seconde coupe de Ray-grass italien cultivé seul qu'il faut comparer le rendement en U. F. et en protéine digestible. A cet égard la masse de protéine digestible a certainement été augmentée. (Cf. les chiffres donnés précédemment).

Si l'on compare, comme nous l'avons fait, le rendement annuel du Trèfle violet cultivé seul à des associations de cette légumineuse avec diverses graminées, nous retrouvons le sens des résultats indiqués par la brochure américaine mentionnée précédemment.

Utilisant la méthode des blocs, nous avons semé en avril 1949 en sol nu, les mélanges suivants :

Trèfle violet	10 kg	+	Ray-grass S. 101	10 kg
Trèfle	—	—	+	Dactyle S 37	10 kg
Trèfle	—	—	+	Fléole des prés S 51	3 kg
Trèfle	—	—	+	Fromental de Gap	30 kg
Trèfle	—	—	+	Brome inerme	30 kg

Deux coupes furent effectuées en 1950, le 25 mai et le 25 août au stade floraison pour le Trèfle violet. Il y a eu une coupe d'égalisation en octobre 1949 et une coupe négligeable fin septembre 1950.

Les résultats obtenus sont groupés dans le tableau XVII ; les différences qui existent entre les diverses associations ne sont pas significatives, sauf à la première coupe pour le mélange Ray-grass + Trèfle violet.

Tableau XVII

	Protéine brute % de mat. sèche	Cellulose brute % de mat. sèche	Mat. sèche à l'hectare	Protéine digest. à l'hectare
Trèfle violet + Ray-grass :				
1re coupe	10,9	27,7	2 t 742	163 kg
2e coupe	17,5	29,8	2 t 133	194 kg
Total			4 t 875	357 kg
Trèfle violet + Dactyle :				
1re coupe	12,6	31,7	4 t 550	298 kg
2e coupe	14,3	33,8	2 t 108	153 kg
Total			6 t 658	451 kg
Trèfle violet + Fléole des prés :				
1re coupe	13,6	35,4	4 t 240	287 kg
2e coupe	19	29,9	2 t 228	225 kg
Total			6 t 468	512 kg
Trèfle violet + Fromental :				
1er coupe	11,5	29,7	4 t 442	273 kg
2e coupe	17,7	30	1 t 620	152 kg
Total			6 t 062	425 kg
Trèfle violet + Brome inerme :				
1re coupe	11,8	33,9	4 t 577	274 kg
2e coupe	13,3	28	1 t 848	134 kg
Total			6 t 425	408 kg

Les chiffres précédents doivent être rapprochés de ceux qui résultent des essais réalisés la même année avec diverses variétés de Luzerne cultivées seules et avec les mêmes graminées associées à la Luzerne Ormelong. Dans l'assolement d'Yvetot, les associations précédentes se justifient mal, car le Trèfle violet disparait la seconde année.

Comparé à celui du Trèfle violet cultivé seul, le rendement en foin des associations de cette légumineuse avec les graminées précédentes (le Ray-grass S. 101 excepté), est sans doute voisin pour l'année humide 1950, mais la teneur en protéine digestible est plus faible sans nul doute. Peut-être l'ensilage serait-il facilité ?

Ce qui doit être retenu, c'est que le rythme de végétation est différent pour le Trèfle violet et les graminées, tout au moins avec les lots commerciaux actuels.

A la première coupe (floraison du Trèfle violet) le Ray-grass et le Dactyle sont épiés ; la Fléole est très riche en cellulose brute, ainsi que le Brome inerme. Nous noterons également l'effet dépressif à la première coupe du Ray-grass S 101. Au regain il y a une repousse marqué du Ray-grass et du Dactyle, plus faible pour le Fromental, médiocre pour la Fléole et le Brome inerme. A noter également une plus grande teneur en protéine du foin de seconde coupe et ceci dans tous les cas.

Si l'on s'en tient à la production à l'hectare de protéine digestible,

on constate que c'est l'association Trèfle violet-Fléole qui est la plus avantageuse, puis l'association Trèfle violet-Dactyle.

La première d'entre elles est bien connue dans les Vosges, au Luxembourg. E. RISSLER au siècle dernier, signale qu'elle est utilisée dans le Merlerault.

Nous terminerons le paragraphe consacré dans cette étude au Trèfle violet, par quelques indications sur la valeur fourragère de son ensilage. Nous donnerons l'analyse alimentaire de deux Trèfles violets, l'un A correspondant à une deuxième coupe faite en juillet 1951, ensilé après un fanage d'une après-midi, l'autre B, troisième coupe de septembre ensilé directement. Retiré du silo en juillet 1952 (tableau XVIII).

TABLEAU XVIII

	A	B
pH	6,2	4,5
Acidité totale (en ac. sulfurique) par kg de mat. fraiche	4,2 g	6,3 g
Acidé lactique par kg mat. verte	traces	2,75 g
Acipes volatiles	0,025 g ac. acét. traces ac. butyr.	traces ac. acét.
Humidité	69,5	77,9
Protéine brute % matière sèche	21,4	26,3
Cellulese brute % matière sèche	37	37,2
U. F. par kg matière sèche	0,356	0,46
Protéine digestible par kg matière sèche	0,105 kg	0,149 kg

Les dosages précédents ne sont donnés qu'à titre indicatif. Il ne saurait confirmer ni infirmer la technique du « wilting ».

b) **La Luzerne et ses associations**

En pays de Caux, sur limon des plateaux, dont le pH est souvent voisin de 6, la culture de la luzerne n'est entreprise qu'après chaulage.

Dans la région de Luneray, elle est semée dans une céréale de printemps en mélange avec un Trèfle violet, de façon à donner un fourrage exploitable dès la première année (1). Si la culture du Sainfoin est localisée aux rendzines des collines calcaires, on retrouve la luzerne sur les alluvions anciennes de la Seine, lorsque ces sols filtrants renferment quelques p. 100 de chaux.

La durée de la luzernière est limitée, en limon des plateaux, par l'envahissement du Ray-grass vivace (sol argileux chaulé) ou de l'*Agrostis* (sol évoluant vers l'acidité) ; en sol d'alluvions anciennes, c'est surtout *Bromus tectorum* qui est agressif.

A l'École régionale d'Yvetot, nous avons expérimenté quelques populations de Luzerne française, l'association de la Luzerne Ormelong avec différentes graminées, l'association Dactyle-Luzerne. Nous terminerons par quelques mots sur l'ensilage de la luzerne.

(1) Dans le Roumois, on estime que le Trèfle violet est un mauvais compagnon de la luzerne dont il gêne l'établissement,

a) Essai de diverses populations de luzerne

Nous avons voulu tester en limon des plateaux les populations suivantes : Ormelong, Flamande, Du Puits, Poitou, Dans cette intention, nous avons établi un essai en carré latin de ces 4 populations à l'École d'agriculture d'Yvetot. Semis le 19 avril 1949 à raison de 15 kg à l'hectare. Coupe d'égalisation en octobre 1949. En 1950 trois coupes ont été effectuée le 19 mai, le 18 juillet et le 16 octobre.

En 1951, trois coupes également au stade début de la floraison, le 30 mai, le 18 juillet et le 8 septembre.

Les quatre populations de luzernes étaient très envahies par les mauvaises herbes. *Agrostis* et Ray-grass et elles ont été retournées au début de 1952.

Voici les résultats obtenus au cours des deux années d'expérimentation (tableau XIX).

Tableau XIX

Matière sèche en kg/ha		1re coupe	2e coupe	3e coupe	Total de l'année
Flamande	1950	4 460	5 010	2 325	11 795
	1951	3 750	3 775	2 355	9 880
	1950 + 1051	8 210	8 785	4 680	21 675
Du Puits	1950	4 040	4 530	2 210	10 780
	1951	3 510	4 490	2 105	10 105
	1950 + 1951	7 550	9 020	4 315	20 885
Ormelong	1950	3 850	4 595	2 020	10 465
	1951	3 590	4 320	2 870	10 780
	1950 + 1951	7 440	8 915	4 890	21 245
Poitou	1950	3 740	3 795	1 830	9 365
	1951	3 590	3 670	2 060	9 620
	1950 + 1951	7 630	7 465	3 890	18 985
Année 1950					
Flamande :					
Protéine brute kg/ha		880	780	365	2 025
P_2O_5 % mat. sèche		0,72	0,5	0,6	
CaO % mat. sèche		4,3	3,8	4,2	
Du Puits :					
Protéine brute kg/ha		800	755	310	1 865
P_2O_5 % mat. sèche		0,56	0,73	0,54	
CaO % mat. sèche		3,5	3,7	4	
Ormelong :					
Protéine brute kg/ha		715	740	320	1 775
P_2O_5 % mat. sèche		0,55	0,82	0,44	
CaO % mat. sèche		3,5	3,7	4	
Poitou :					
Protéine brute kg/ha		740	585	250	1 575
P_2O_5 % mat. sèche		0,9	0,6	0,6	
CaO % mat. sèche		4,3	3,9	4,2	

Avant de commenter le tableau XIX, indiquons le degré de signification des données expérimentales. En 1950, en première et seconde coupe, les différences de matière sèche entre la Luzerne Flamande et la Luzerne Poitou sont significatives. En troisième coupe, les différences sont significatives entre toutes les variétés, sauf entre Flamande et Du Puits.

Pour la protéine, pas de différence significative pour la première coupe entre les variétés ; à la deuxième coupe, différence significative entre Poitou et les variétés Du Puits et Flamande ; à la troisième coupe, différence significative entre Flamande et Poitou.

En 1951, on n'a pu mettre en évidence de différences significatives entre les 4 Luzernes expérimentées pour les 3 coupes réalisées.

Au cours des deux années, le rythme de végétation est très analogue pour les 4 Luzernes : la seconde coupe est la plus importante en poids, sauf pour le Poitou pour laquelle les deux premières coupes sont sensiblement équivalentes.

Il n'est évidemment pas possible de distinguer les Luzernes expérimentées par leur teneur en protéine p. 100 de matière sèche. Cette teneur dépend du stade de végétation (baisse de 2 à 3 p. 100 de la luzerne en boutons à la Luzerne en pleine floraison), mais aussi du pourcentage de feuilles : la corrélation entre la teneur en feuilles et celle en protéine est de l'ordre de 0,69 à 0,77, d'après C. J. WILLATRD (16).

Mais parallèlement à la baisse du taux de protéine brute, le taux de cellulose brute augmente variant de 23 à 39 p. 100. Pour caractériser des Luzernes fauchées au même moment, on peut être ainsi conduit à former le rapport protéine brute p. 100 matière sèche/cellulose brute p. 100 de matière sèche.

Comme la digestibilité de la protéine est réduite en même temps que le taux de cellulose brute augmente, le rapport susdit est proportionnel à la protéine digestible contenue dans le fourrage.

Si l'on forme ce rapport pour une Luzerne avant le stade de la formation du bouton, lorsquelle est en bouton, et au début de la floraison, il passe successivement par les vapeurs suivantes : 1,15, 0,69 et 0,56 (chiffres qui résultent des moyennes données par F. B. MORRISON, FEEDS AND FEEDING).

Pour les 4 Luzernes cultivées côte à côte, les chiffres que nous avons trouvés pour la protéine brute et la cellulose brute p. 100 de matière sèche et pour le rapport R de ces deux valeurs sont groupés dans le tableau XX. Nous donnons également la valeur du rapport CaO/P_2O_5.

Le tableau XX suggère un certain nombre d'observations :

1° Dans toutes les Luzernes examinées, la première coupe s'est révélée la plus riche en protéine, ce qui revient à dire que le pourcentage de feuilles est plus élevé. Pour comparer des Luzernes à cet égard, il faut prendre la même coupe comme élément de référence. La dernière coupe, sans doute un peu tardive, est moins riche en protéine et plus riche en cellulose brute ;

Tableau XX

	Protéine brute % de m. sèche	Cellulose brute % de m. sèche	R	CaO/P_2O_5
Flamande :				
1re coupe	19,8	27,3	0,72	5,97
2e coupe	15,6	37,1	0,42	7,6
3e coupe	15,9	33,1	0,49	7
Du Puits :				
1re coupe	19,8	26,1	0,76	6,25
2e coupe	16,6	34,8	0,48	5,06
3e coupe	14,2	37,4	0,37	7,4
Ormelong :				
1re coupe	17,5	27,1	0,64	5,36
2e coupe	16	35,9	0,44	4,5
3e coupe	15,6	38,3	0,41	9,09
Poitou :				
1re coupe	19,9	26,8	0,74	4,77
2e coupe	15,3	32,9	0,46	6,5
3e coupe	13,5	35,3	0,38	7

elle a également le rapport CaO/P_2O_5 le plus élevé. Comme, en fait, le taux de CaO varie peu (de 0,35 à 0,43), que la teneur en P_2O_5 est beaucoup plus élevée dans les feuilles que dans les tiges, c'est que le pourcentage de feuilles est plus faible dans la 3e coupe. Le rapport R montre qu'il en est de même pour la 2e et la 3e coupe par rapport à la 1re.

2° L'examen du rapport R montre une grande analogie dans les rythmes de végétation des quatre Luzernes étudiées. Nous retiendrons que ce rapport est sensiblement plus faible à la première coupe pour l'Ormelong, qui est aussi la variété la plus riche en lignine ; 6,9 p. 100 de matière sèche pour 5,8 p. 100 dans les trois autres variétés).

Dans la mesure où ce rapport varie avec la digestibilité de la protéine, il apparaît que le pourcentage de protéine digestible dans la matière sèche est plus élevé sensiblement à la première coupe qu'aux suivantes.

b) Comparaison de diverses associations de la Luzerne avec des Graminées

L'association de la Luzerne avec diverses graminées a fait l'objet de nombreuses recherches à l'étranger. En France, le Ray-grass italien est semé en même temps que la Luzerne dans la Manche (près de Diélette). Dans les Alpes, près de Bonneville, comme en Limousin, près de Limoges, le Fromental est généralement le compagnon de la Luzerne.

Au Centre de la Recherche agronomique de Versailles, où en 1952, la variété « Puits » a été associée au Fromental, le rendement est rendu plus irrégulier entre les différentes coupes, par suite de l'absence presque com-

plète de la graminée en deuxième et troisième coupe et de la réduction du peuplement de Luzerne (18).

Nous avons testé à l'École d'Agriculture d'Yvetot, selon la méthode des blocs, les associations suivantes semées en avril 1949.

Luzerne Ormelong (10 kg/ha) +	Ray-grass S 101	10 kg/ha
Luzerne Ormelong (10 kg/ha) +	Dactyle S 37	10 —
Luzerne Ormelong (10 kg/ha) +	Fléole S 51	3 —
Luzerne Ormelong (10 kg/ha) +	Fromental de Gap.....	30 —
Luzerne Ormelong (10 kg/ha) +	Brome inerme	30 —

En 1949, une coupe d'égalisation a été pratiquée en octobre. En 1950, trois coupes ont été réalisées, le 15 mai, le 18 juillet, le 17 octobre.

En 1951, les trois coupes ont été effectuées le 30 mai, le 18 juillet et le 8 septembre. Au cours de cette année, le Brome inerme a pratiquement disparu des parcelles d'essai. Dans celles à Ray-grass anglais, la Luzerne tendait à disparaître . L'essai a été retourné à la fin de 1951.

Le tableau XXI donne les résultats de cette expérimentation ; ils conduisent à un certain nombre d'observations, et en premier lieu sur la valeur des chiffres obtenus.

Degré de signification 1950 : en première coupe, pour la matière sèche, différence très significative entre la Luzerne-Fléole et Luzerne-Ray-grass. Aucune différence entre les autres associations.

Pour la protéine, différence significative entre Luzerne-Fléole d'une part et Luzerne-Ray-grass, Luzerne-Fromental d'autre part.

Pour la deuxième coupe, aussi bien pour la matière sèche que pour la protéine, le seuil de signification n'est pas atteint.

Pour la troisième coupe, différences significatives pour la protéine seulement.

En 1951, il n'y a pas de différences significatives pour les trois coupes entre les traitements pour la matière sèche.

Quant au rythme de végétation, il est sensiblement différent entre celui de la Luzerne et celui des diverses graminées. Au début de la saison, les graminées sont nettement plus précoces (espèces peu thermophiles).La précocité florale présente l'ordre décroissant suivant : Fromental, Ray-grass S. 101, Brome inerme, Dactyle S. 37, Fléole S. 51.

Si nous avions choisi pour la première coupe, de couper à l'épiaison des graminées, cette fauche aurait eu lieu une quinzaine de jours avant l'époque de floraison de la Luzerne qui nous a guidés dans chaque coupe

En seconde et troisième coupe, la Luzerne à une repousse beaucoup plus rapide.

Le Ray-grass anglais est très agressif pour la Luzerne qu'il élimine progressivement. Le Brome inerme comme nous l'avons dit a peu à peu disparu ; il était absent presque totalement en 1951. On peut donc considérer la parcelle Luzerne-Brome inerme comme une parcelle de Luzerne Ormelong semée à 10 kg/ha (pour 1951).

Tableau XXI

Matière sèche en kg par ha	1re coupe	2e coupe	3e coupe	Total
Ormelong + Ray-grass S 101 :				
1950	2 023	2 091	1 949	6 063
1951	3 329	5 216	1 655	10 200
1950 + 1951	5 352	7 307	3 604	16 263
Ormelong + Dactyle S 37 :				
1950	2 855	2 757	1 696	7 308
1951	3 553	4 857	1 687	10 097
1950 + 1951	6 408	7 614	3 383	17 405
Ormelong + Fléole :				
1950	3 760	3 759	2 037	9 556
1951	4 148	5 008	2 120	11 276
1950 + 1951	7 908	8 767	4 157	20 832
Ormelong + Fromental de Gap :				
1950	3 132	2 957	1 739	7 828
1951	4 318	5 543	1 917	11 778
1950 + 1951	7 450	8 490	3 656	19 606
Ormelong + Brome inerme :				
1950	2 853	2 922	1 652	7 427
1951	4 002	5 331	2 017	11 350
1950 + 1951	6 855	8 253	3 669	18 777
Protéine brute en kg par ha				
Ormelong + Ray-grass S 101 :				
1950	295	602	290	1 187
1951	630	493	344	1 467
1950 + 1951	925	1 095	634	2 654
Ormelong + Dactyle S 37 :				
1950	403	501	247	1 151
1951	614	786	352	1 752
1950 + 1951	1 017	1 287	599	2 903
Ormelong + Fléole S 51 :				
1950	595	692	267	1 554
1951	659	806	432	1 897
1950 + 1951	1 254	1 498	699	3 451
Ormelong + Fromental de Gap :				
1950	375	520	251	1 146
1951	561	831	394	1 786
1950 + 1951	936	1 351	645	2 932
Ormelong + Brome inerme :				
1950	439	571	250	1 260
1951	700	836	413	1 949
1950 + 1951	1 139	1 407	663	3 209

Si maintenant nous examinons la composition centésimale de la matière sèche des diverses récoltes et comme précédemment nous formons le rapport $R = \left(\frac{\text{Protéine brute}}{\text{Cellulose brute}}\right)$, nous pourrons établir le tableau XXII.

Pour finir, indiquons qu'en Grande-Bretagne, en 1951, à la Station

de Hurley (Berkshire) où divers traitements d'hiver et de printemps ont permis de tester les mélanges Dactyle-Luzerne, Fléole-Luzerne, Fétuque des prés-Luzernes, vis-à-vis de la Luzerne pure, la Fétuque des prés S. 215 s'est révélée le compagnon le plus avantageux de la Luzerne (17).

TABLEAU XXII

	Protéine brute % mat. sèche	Cellulose brute % mat. sèche	R	P_2O_5 % m. s.	CaO % m. s.
Ormelong + Ray-grass S. 101 :					
1re coupe 1950	14,2	25,4	0,56	0,42	1,8
1951	18,9	30,6	0,62		
2e coupe 1950	15,5	28,9	0,53	0,73	3,1
1951	18,2	32,1	0,52		
3e coupe 1950	14,5	34,9	0,41	0,54	3,27
1951	20,8	31,6	0,66		
Ormelong + Dactyle S. 37 :					
1re coupe 1950	13,4	29	0,46	0,5	2,62
1951	17,4	31,4	0,55		
2e coupe 1950	14,4	33,7	0,43	0,55	3
1951	16,2	35,8	0,45		
3e coupe 1950	14,7	33,5	0,44	0,56	2,72
1951	20,9	33,7	0'62		
Ormelong + Fléole S. /1 :					
1re coupe 1950	16,1	25,5	0,63	0,51	2,58
1951	16,1	30,2	0,53		
2e coupe 1950	14,7	34,3	0,40	0,28	3,2
1951	16,1	35,1	0,46		
3e coupe 1950	13,1	34,2	0,38	0,17	3
1951	20,4	31,4	0.49		
Ormelong + Fromental de Gap :					
1re coupe 1950	11,2	27,3	0,41	0,37	1,77
1951	13	34,6	0,37		
2e coupe 1950	14,1	32,2	0,44	0,35	3,16
1951	15	32,3	0,46		
3e coupe 1950	14,6	32,7	0,45	0,17	1,63
1951	20,6	31,9	0,64		
Ormelong + Brome inerme :					
1re coupe 1950	15,8	27	0,59	0,46	1,82
1951	17,5	30,9	0,57		
2e coupe 1950	15,7	33,2	0,43	0,56	2,82
1951	15,7	33,9	0,46		
3e coupe 1950	15,5	31,7	0,49	0,28	3,5
1951	20,5	34,9	0,59		

En août, le rendement de la Luzerne seule l'emporta sur celui des associations avec graminées ; d'une façon générale, ce rendement est supérieur en matière sèche et en protéine brute pour la Luzerne seule.

L'association Luzerne-Dactyle a donné le rendement total le plus bas en poids et en qualité.

D'après J. O. GREEN, les climats humides de l'ouest de l'Angleterre conviennent mieux au mélange Luzerne-Fléole et l'association Luzerne-Dactyle est préférable dans l'est.

Nous avons vu qu'à Yvetot, en 1950, la production annuelle la plus

élevée en matière sèche et en protéine brute était celui de l'association Luzerne-Fléole (+ de 30 p. 100 que Luzerne + Ray-grass, + de 25 p. 100 que Luzerne + Fromental, un quart de plus environ que Luzerne + Brome inerme, Luzerne + Dactyle).

c) L'association Luzerne-Dactyle

L'association Luzerne-Dactyle a été préconisée à différentes reprises dans notre pays, surtout pour des zones plus sèches que la Normandie. D'une façon générale, il semble que la Luzerne résiste mieux à la sécheresse que le Dactyle et que dans ces conditions ce soit la Luzerne qui soit dominante dans les régions sèches et qu'à l'inverse le Dactyle soit agressif en zone humide. Si donc dans l'ouest de notre pays, on associe Luzerne et Dactyle, le problème se pose de réaliser un mélange qui maintienne un équilibre entre les deux espèces. On peut prétendre y parvenir par l'emploi de doses différentes de Dactyle pour un taux fixe de 15 kg de Luzerne Ormelong. Dans un essai réalisé en carré latin nous avons utilisé les doses suivantes de Dactyle S. 37 : A, 2 kg 500/ha ; B, 5 kg/ha ; C, 7 kg 500 ha ; D, 10 kg/ha. Semis en avril 1950.

En 1951, récoltes le 9 juin, le 8 août, le 10 octobre.

En 1952, récoltes le 11 juin, le 17 août ; pour cette année exceptionnellement sèche, la troisième coupe d'octobre était négligeable. Le tableau XXIII renferme les résultats obtenus au cours de ces deux années.

TABLEAU XXIII

Matière sèche	1re coupe	2e coupe	3e coupe	Total
A (Luzerne + Dactyle 2,500 kg)				
1951	4 427	3 875	2 200	10 502
1952	4 405	4 184		8 589
B (Luzerne + Dactyle 5 kg)				
1951	4 526	3 662	2 131	10 319
1952	4 348	4 350		8 698
C (Luzerne + Dactyle 7,500 kg)				
1951	3 905	2 617	1 804	8 326
1952	3 691	3 844		7 535
D (Luzerne + Dactyle 10 kg)				
1951	4 015	3 007	1 829	8 853
1952	4 206	3 963		7 269
Protéine brute				
A 1951	460	508	365	1 333
1952	603	690		1 293
B 1951	457	465	396	1 318
1952	567	744		1 311
C 1951	425	332	308	1 065
1952	515	735		1 250
D 1951	425	370	324	1 119
1952	597	630		1 227

Donnons quelques indications sur la signification des chiffres du tableau XXIII.

En 1951, pour la première et la troisième coupe, il n'y a pas de différence significative entre le rendement en matière sèche des traitements, ni entre les teneurs en protéine des récoltes. Les parcelles qui ont été ensemencées à 10 kg et à 7 kg 500 de Dactyle fournissent, pour la deuxième coupe, en matière sèche et en protéine des rendements significativement différents ; ils sont moins élevés. Ces rendements ne sont pas sensiblement différents entre les semis de 10 kg et de 7,500 kg, non plus qu'entre 2,500 kg et 5 kg.

En 1952, nous noterons les faibles différences qui existent entre les différentes densités de semis. Il n'y a pas de différence significative entre les différentes densités de Dactyle.

En définitive, il y a un équilibre qui s'établit entre la Luzerne et le Dactyle (surface de recouvrement 2 fois plus élevée environ en 1952) et cet équilibre ne dépend pas du taux de semis initial.

Nous retrouvons les mêmes conclusions formulées par WATKIN WILLIAMS, qui a expérimenté à Aberyswyth (15).

Notre collègue rappelle que l'association Luzerne-Dactyle a été l'objet de nombreuses recherches en Grande-Bretagne. De ces travaux il résulte que de 1941 à 1950 le taux de Dactyle recommandé a été diminué de plus de 10 kg à l'hectare à moins de 3 kg.

Pour WATKIN WILLIAMS, la Luzerne se maintient mieux lorsqu'elle est semée isolément ; toutefois dans les sols où elle est envahie par les mauvaises herbes, la présence d'un compagnon lui est utile.

Selon cet auteur, le Ray-grass anglais, la Fléole et la Fétuque des prés sont moins agressifs que le Dactyle vis-à-vis de la Luzerne.

Cette agressivité n'est pas sensiblement diminuée par la réduction du taux de densité de Dactyle, car ce dernier très rapidement peut par tallage rattraper le retard d'un faible taux de semis.

TABLEAU XXIV

	Protéine brute % de matière sèche	Cellulose brute % de matière sèche	R
Valeur pour l'association Luzerne-Dactyle			
1re coupe 1951	10,5	32,5	0,32
1952	14,7	31,4	0,47
2e coupe 1951	12,7	31	0,41
1952	16,2	30,7	0,53
3e coupe 1951	17,5	30,8	0,57

L'équilibre Luzerne-Dactyle dépend davantage des conditions d'exploitation. On peut lutter contre un envahissement du Dactyle par des coupes à la fin de l'automne et en hiver, Il faut bien voir que l'agressivité

du Dactyle est relative à l'ensemble des facteurs du milieu, le nombre et la date des coupes et du passage des animaux y compris.

Comme pour les récoltes précédentes, donnons dans le tableau XXIV quelques données analytiques, protéine brute et cellulose brute ; nous formerons également le rapport $R = \frac{\text{protéine brute}}{\text{cellulose brute}}$. Étant donné la grande analogie des récoltes et pour faciliter l'interprétation des résultats, nous ne donnerons qu'un chiffre par coupe et par année.

Comme il fallait s'y attendre, la teneur en protéine brute et en protéine digestible dans la matière sèche est plus faible à la première coupe. C'est l'inverse pour les Luzernes cultivées seules.

La faiblesse relative de la digestibilité du foin de la première coupe est à retenir et elle doit nous conduire à une exploitation plus précoce. Cette possibilité de pratiquer un pâturage précoce est évidemment appréciée des agriculteurs qui ont réalisé, sur nos indications, l'association Luzerne-Dactyle. Ils reconnaissent son avantage de faciliter l'ensilage de la Luzerne.

Par ailleurs, ils estiment qu'elle est un peu moins productive, exigeant pour un développement du Dactyle, l'emploi d'engrais azoté.

La valeur commerciale du foin se situe sans doute de 20 à 25 p. 100 moins cher qu'un bon foin de Luzerne.

En terminant les quelques indications consacrées aux associations de la Luzerne, nous retiendrons de nos essais que d'une façon générale, le mélange avec des graminées, Dactyle, Fléole, Ray-grass anglais, réduit la production de protéine brute, mais que la Graminée, lorsqu'elle n'est pas trop agressive, protège la luzernière contre l'envahissement des mauvaises herbes.

Dans l'examen qu'il a fait de ces cultures en mélange, R. MAYER (9) a rappelé que de tous les essais qui ont été effectués un peu partout, ces mélanges ne sont à conseiller que dans les régions peu propices à la culture, ou lorsqu'on se propose de soumettre des luzernières à un mode d'exploitation très épuisant tel que la pâture pendant une période importante de l'année.

Tout récemment, on a montré en Grande-Bretagne (8) qu'il était possible de réaliser un pâturage d'hiver pour de gros bovins à l'engrais en associant une Luzerne de type Provence avec une graminée. Pour réduire la compétition les deux espèces sont semées en lignes alternées et sont laissées en repos, sans coupe ni pâture, pendant la période automnale. On a pu ainsi maintenir des bœufs à la pâture depuis le début de décembre jusqu'à la mi-mars.

Après cette date, les animaux ont pâturé une association Trèfle violet-Ray-grass italien semés à raison de 8 kg pour la légumineuse de 12 kg pour la graminée, coupée la dernière fois à la mi-octobre.

Les associations de la Luzerne réparties sur 3 parcelles étaient les suivantes, pour 5 kg de Luzerne à l'hectare :

1er mélange :	Dactyle S. 37	3 kg/ha
2e mélange :	Fétuque des prés S. 53.....	3 —
	Fléole S. 50 et S. 48.....	2 —
3e mélange :	Ray-grass S. 23	3 —

d) Note sur l'ensilage de la Luzerne

La culture de la Luzerne, avec ses trois ou quatre coupes effectuées à divers moments de l'année, présente un intérêt qui dépend en partie des facilités qu'elle offre à l'ensilage. On considère souvent cet ensilage comme assez difficile et c'est la raison pour laquelle on préconise d'associer à cette légumineuse des graminées comme le Dactyle ou la Fléole.

Nous donnons ci-dessous le bilan fourrager d'une Luzerne ensilée en stade de la floraison le 24 juillet 1952 et dessilée le 13 janvier 1953. Le fourrage introduit dans le silo renfermait une humidité de 63,9 p. 100, c'est-à-dire qu'il avait subi un certain préfanage.

Le fourrage retiré du silo, avec un pH de 5,1 comportait 73,2 p. 100 d'eau. Les pertes de matière sèche au cours de l'ensilage étaient de 9,9 p. 100.

Dans de telles conditions, le bilan de l'opération se situe de la façon suivante, résumée dans le tableau XXV après analyse alimentaire.

Tableau XXV

	Avant ensilage % mat. sèche	Après ensilage % mat. sèche	Après ensilage pour 90,1 % mat. sèche	Perte ou gain % mat. sèche ensilée
Matière azotée totale	18,5	16,5	14,9	— 19,5
Extrait à l'éther.....	3,1	3,1	2,8	— 10
Extractif non azoté.....	38,1	35,6	32,1	— 15,6
Cellulose brute.....	34	38	34,2	+ 5,9
Matières minérales.....	6,3	6,8	6,1	— 3,1
	100,0	100,0	90,1	

Si l'on rapporte les résultats du tableau XXV à la tonne de fourrage vert ensilé, on conclura qu'il y avait au départ une Luzerne qui renfermait par tonne de fourrage frais 142,1 U. F. et 33,7 kg de protéine digestible et qu'au cours de l'ensilage, il y a perte de 25 U. F. et 7,6 kg de protéine digestible.

A ces pertes théoriques, — on ne tient pas compte des dégradations de tous ordre et des pertes de vitamines, — lesquelles correspondent à un ensilage relativement bien réussi, il faut évidemment ajouter tous les travaux non négligeables afférant à l'opération. Comme il est classique de le faire, nous avons utilisé des coefficients dépendant du taux de cellulose brute pour apprécier la digestibilité de la Luzerne fraîche et de son ensilage.

Or, si l'on s'en réfère aux recherches de K. SCHARRER et de R. SCHREIBER (II) sur la digestibilité de la Luzerne fraîche, du foin de Luzerne et de l'ensilage lorsqu'ils sont donnés aux moutons, les coefficients de digestibilité sont variables. Pour la protéine brute, ce coefficient est de 72,5 pour la Luzerne fraîche, de 78 pour le foin, de 72,3 pour l'ensilage formique, de 68,4 pour l'ensilage sulfurique.

Les unités amidon dans la matière sèche sont de 40,7 pour la Luzerne fraîche, de 35,4 pour le foin, de 22,4 pour l'ensilage formique, de 23,4 pour l'ensilage sulfurique. Cette diminution de la valeur fourragère est beaucoup moins marquée selon nos calculs dans notre ensilage.

Les contradictions qui existent entre le calcul et l'expérimentation zootechnique nous font comprendre le caractère théorique des bilans fourragers établis à l'occasion de l'ensilage. Il est probable qu'il serait plus scientifique de réaliser une étude plus poussée de l'évolution des substances alimentaires contenues dans le produit ensilé.

Si nous nous en tenons aux analyses classiques, sans perdre de vue les résultats des recherches de K. SCHARRER et R. SCHREIBER, il peut être intéressant d'apprécier comparativement pour une même Luzerne les pertes qu'elle subit lorsqu'elle est fanée à terre, lorsqu'elle est mise en « huttes » après fanage de 48 heures, de 72 heures et lorsqu'elle est ensilée. C'est ce que nous avons tenté de faire chez M. A. VOISIN, à Gruchet-sur-Arques, l'année sèche 1949.

Nous donnons en : A, la partie extérieure des veillottes : B la partie intérieure des veillottes ; C la luzerne sur huttes (48 h. fanage) ; D la luzerne sur huttes (72 h. fanage) ; E la luzerne ensilée.

TABLEAU XXVI

	A	B	C	D	E
Humidité du produit.....	11,6 %	10,5 %	12,5 %	11,9 %	64,3 %
Analyse pour % de mat. sèche					
Protéine brute.....	16,5	17,9	18,2	16,4	19,7
Extrait à l'éther	1,5	1,2	2,2	1,9	1,9
Cellulose brute	29,6	28,3	31,5	25	34,4
Extractif non azoté.....	44,4	44,8	39,3	48,4	34,3
Matières minérales	8	7,8	8,8	8,3	9,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
P_2O_5	1,2	1,32	1,29	1,37	0,53
CaO.....	0,97	1,3	1,1	1,6	0,92
Unité fourr./kg	0,43	0,44	0,41	0,45	0,380
Protéine digestible % matière sèche	8,8	9,7	9,5	9,2	9,9

Le tableau XXVI nous permet d'apprécier les pertes relatives correspondant aux diverses manipulations du fourrage. Dans ce but, considérant que la cellulose brute est l'élément qui est le plus constant, c'est par rap-

port à cette cellulose brute considérée comme peu dégradée au cours de la conservation que nous comparerons nos analyses alimentaires p. 100 de matière sèche. Il s'agit évidemment d'une évaluation approximative. Si nous comparons les pertes de matière sèche subies en prenant comme terme de référence la Luzerne B de l'intérieur des veillottes, celles de A et de C seront un peu plus grandes (de 10 p. 100 environ), celles de l'ensilage de 20 p. 100. Les pertes de D sont de 10 p. 100 moindres que celle de B.

Le tableau XXVI fait apparaître, si l'on s'en tient aux calculs classiques, une perte au cours de l'ensilage qui est de l'ordre de 30 p. 100 en unités fourragères et de 20 p. 100 de protéine digestible par rapport à la Luzerne mise à l'intérieur d'une veillotte.

Les pertes de matière sèche ont donc principalement porté sur les extractifs non azotés, comme on devait s'y attendre. Ces extractifs non azotés renfermaient 12,8 p. 100 de sucres facilement hydrolysables, lorsque la Luzerne fut retirée du silo le 12 septembre 1949.

Nous noterons également une perte importante en P_2O_5 au cours de l'ensilage, plus importante que celle de CaO.

L'ensilage de la Luzerne apparaît donc, lors d'une année sèche comme 1949, moins avantageux que le fanage, qui, en fait, lui est préféré chaque fois que le temps le permet. En ce qui concerne le fanage, ce sont surtout les pertes de feuilles qui sont préjudiciables à la qualité du foin. Elles entraînent une diminution dans le pourcentage des protéines (partie extérieure de la veillotte). Il est possible que le fanage 72 heures sur le sol ait entraîné un peu plus de pertes de feuilles que celui qui n'a duré que 48 heures.

c) La Lotière

Le Lotier est cultivé, en culture pure, sur des argiles à silex et d'une façon générale sur des sols lourds, mais il se maintient également sur des sols en pente, secs où le Trèfle blanc végète difficilement.

A l'École d'Agriculture de Chambray (Eure), dans les prairies en rotation, il fournit une production fourragère non négligeable, à la période chaude à partir de juin, dans les parcelles en pente de l'argile à silex remaniée. Des indications précises sont, données par ailleurs (Bulletin d'Informations techniques, 1954 en collaboration avec M. F. Clouin) sur le rendement de ces parcelles où le Ray-grass italien et le Dactyle ont été associés au Lotier.

Dans l'Eure également, à Louversay, sur argile à silex remaniée, dans une friche labourée, on a semé, au printemps 1950, le mélange suivant (à l'ha) : Dactyle : 15 kg, Paturin des prés : 4 kg, Lotier corniculé ; 3 kg, Trèfle blanc : 2 kg.

A l'automne 1953, le gazon était composé de 70 p. 100 environ de Dactyle de 20 p. 100 de Lotier, de 10 p. 100 de Minette, Trèfle blanc, d'*Achille millefolium* et diverses. Cette même année, sur 1 20 ha on a fait passer deux fois, à partir du 15 avril et du 10 mai, pendant huit jours, un troupeau de 18 bêtes (9 laitières, 9 bétons). Fin juin, malgré la sécheresse, on a pu récolter 6 tonnes environ de foin. Le troupeau a été ramené sur la lotière en juillet et en août.

On peut évaluer à 4 500 à 5 000 U. F. le rendement à l'hectare de cette prairie constituée sur un sol médiocre. L'association Lotier-Dactyle a donc permis une bonne valorisation fourragère, une année sèche, des sols qui ne conviennent pas à la prairie permanente.

Rappelons que l'intérêt d'un tel mélange avait été reconnu il y a plus de cinquante ans par E. SCHRIBAUX.

d) La Minette

Il y a une vingtaine d'année la Minette était semée à l'École d'Agriculture d'Yvetot dans l'Avoine, à la même date et de la même façon que le Trèfle violet, à la dose de 15 à 18 kg par hectare, mélangée à du Sainfoin (66 kg /ha) qui servait de soutien. Le mélange était bon à pâturer avec modération comme le Trèfle violet à l'automne de l'année du semis et l'année suivante il donnait fin mai, un fourrage plus précoce de 3 semaines que le Trèfle violet (MINGASSON).

On utilise actuellement un mélange plus compliqué où la Minette (4 kg/ha) est associée à du Trèfle hybride (5 kg 5/ha) à du Lotier (6 kg 5/ha) et au Ray-grass italien (1 kg 500/ha).

Le semis a lieu suivant les années entre la dernière semaine d'avril et le début mai, soit à la volée, soit en lignes de 18 cm, dans une Avoine faite sur une Vesce venant après un Trèfle incarnat tardif ; un hersage et un roulage suivent le semis. La seconde année, la récolte se fait fin juin, début juillet.

L'examen des rendements des 5 dernières années fait apparaître des chiffres très différents. La première coupe de fin juin, en 1948, 1950, 1951 est d'une quarantaine de quintaux à l'hectare correspondant à 1 800 U. F. environ. Du 26 juillet au 4 août 1950, on a fait pâturer 20 vaches laitières sur 2 ha 28 du mélange, et il y a eu assez de fourrage en regain pour que du 4 au 8 septembre, on ait pu utiliser la même parcelle pour le même nombre d'animaux.

Si l'on veut évaluer la production fourragère du mélange au cours de l'année 1950, on peut dire qu'en gros, dans la première partie de l'année, jusqu'à fin juin, cette production a été de l'ordre de 1 800 U. F. puis pour le mois de juillet de 850 U. F. et seulement de 425 U. F. pour le moisd'août.

Ces chiffres suffisent à montrer la faiblesse des rendements obtenus

avec ce mélange qui est souvent enfoui après la première coupe et suivi de jachère nue pour un Blé. La Minette et le Lotier sont des espèces fourragères qui ne conviennent pas à des sols de haute fertilité comme le sont les limons des plateaux. L'accroissement dans le semis du pourcentage de Ray-grass italien permettrait sans doute d'augmenter le rendement de ce mélange. Quant au Lotier lui-même, nous rappelerons qu'il constitue un bon fourrage de pâture et de fauche en association avec le Dactyle. Seul, il est souvent utilisé sur l'argile à silex dans le pays de Bray ; on le sème parfois avec le Trèfle hybride.

Terminons ces rapides indications en rappelant, d'après J. BEAFFER-DILLINGEN que les lots commerciaux de Minette sont composés d'un mélange de formes annuelles et bisannuelles. Il semble donc irrationnel de considérer cette culture comme bisannuelles, comme en France. Dans les pays nordiques, elle est associée au Ray-grass italien. Le mélange est considéré comme une culture annuelle.

III. — QUELQUES MOTS SUR LA PRAIRIE PERMANENTE ET LE RÉENSEMENCEMENT

Si dans le Pays de Caux la prairie permanente est le volant de la production fourragère assolée pâturée au piquet, d'une façon générale, en Normandie, les animaux passent à l'herbage une partie importante de l'année.

Dans les dix dernières années nous avons suivi avec soin les efforts faits dans cette région pour améliorer la production herbagère soit par pâturages tournants, soit par réensemencement de certains herbages.

1° Niveau de production et rythme de végétation

Les pâturages tournants ont donné lieu récemment à de nombreuses études, notamment de M. PELLET, A. VOISIN (34) les premières en date en France ont été publiéesil y a près de vingt-cinq ans, à la suite des essais poursuivis à Courcelles-Chaussy par MM. F.LAURENT et DER KATCHADOURIAN.

Ces recherches ont permis de préciser les conditions d'application de cette technique, mais aussi le niveau optima de productivité et le rythme de végétation de la prairie normande.

Dans la Manche, un bon embouche peut réaliser un accroissement de poids vif de 450 kg à l'hectare, dont on obtient les deux tiers avant la fin juin et le dernier tiers avant la mi-novembre. Par cloisonnement des herbages, on a pu dépasser 500 kg d'accroissement de poids vif dans les pays de Bray et 7 000 litres de lait par hectare et par an près de Dieppe, à Gruchet-sur-Arques. Ces hauts niveaux de production correspondent à des rendements de 5 à 6 000 unités fourragère à l'hectare.

Dans le pays d'Auge, où il est courant de faire « déprimer » jusqu'au

début de mai les prairies de fauche, il est fréquent pour des prairies moyennes (*Agrostis* + Ray-grass), mais ayant reçu une fertilisation azotée, d'obtenir 7 tonnes de foin à l'hectare en 6 à 7 semaines (mai à fin juin).

Quant au rythme de production de l'herbe, il est sans doute variable suivant les années, mais c'est pendant les mois de mai et juin que le rendement est maximum, représentant souvent la moitié et même les trois quarts de la production annuelle.

Nous avons essayé d'apprécier la croissance de la végétation avant fin mai et durant le mois de juin, à une époque où l'humidité du sol, quelle que soit la pluviométrie de l'année, est généralement suffisante pour un bon développement de l'herbe. Le rythme de végétation pendant cette première période dépend évidemment de la flore prairiale. Ainsi, à Meuvaine, dans le Bessin, en 1949 (année sèche) nous avons pu comparer deux groupes de parcelles les unes A composées en majorité de Ray-grass anglais Trèfle blanc avec Dactyle, Trèfle violet et des zones moins bonnes à Brome mou et Minette, les autres B médiocres, mais plus précoces à Paturins des prés et commun, Brome des prés, *Brachypodium pinnatum*, Dactyle, un peu de Ray-grass et très peu de Trèfle blanc. Sol argilo-calcaire, Co^3Ca aux environs de 35 p. 100 pour les parcelles les moins bonnes ; pH. variant de 7,2 à 7,7 ; N de 4,8 à 6,2 p. 1.000 de terre sèche.

Le rendement des parcelles A à Ray-grass-Trèfle blanc, se situe entre 1 350 et 1930 kg/ha pour le mois de juin, soit un peu moins qu'à la première coupe dans le rapport de 4,4 à 5,6.

Pour les parcelles B, la production fin mai était comprise entre 1920 et 2 600 kg/ha, un peu plus que pour A, mais la production de juin n'est plus que de 680 kg/ha en moyenne, soit pour le rapport des deux rendements, 6,6 à 8,3 pour la première coupe, 3,4 à 1,7 pour la seconde.

Voici, du reste, comment s'établissait pour les groupes A et B la valeur des coupes de juin (tableau XXVII).

TABLEAU XXVII

	Mat. sèche en kg/ha	U. F. à l'ha	Prot. digest. à l'ha	P_2O_2 % mat. sèche	CaO % mat. sèche	Rapp. R Val. moy.
A						
1.....	1 350	634	115	0,65	1,5	
2.....	1 330	625	91	0,44	0,78	
3.....	1 930	888	135	0,49	1,35	0,64
4.....	1 790	859	165	0,61	1,45	
5.....	1 770	761	180	0,63	1,6	
B						
1.....	840	403	66	0,39	1,27	0,51
2.....	520	250	35	0,39	1,7	

L'année sèche 1949, les parcelles B n'ont pour ainsi dire plus fourni de fourrage, tandis qu'il y a eu un regain pâturé pour les parcelles A.

2° Le réensemencement

a) Son intérêt

On a contesté l'intérêt du réensemencement. Il est sans doute possible de faire évoluer la composition floristique d'une prairie et de l'amener à être un gazon à Ray-grass-Trèfle blanc. Cette amélioration n'est réalisable à plus ou moins longue échéance que si ce type de gazon est *l'agroclimax prairial* correspondant à des conditions de sol et de climat que nous avons essayé de définir pour la zone nord atlantique (3). Cette « remise en état » est d'autant plus difficile à obtenir que la prairie est plus éloignée de ce stade (abondance des plantes à rosettes, haut pourcentage de petites Fétuques ou d'*Agrostis*).

En Grande-Bretagne, on estime qu'une prairie qui renferme 15 p. 100 de Ray-grass anglais peut être améliorée sans retournement.

Il n'en est pas de même pour des prairies à sol filtrant qui sèchent en été, comme certaines Agrostidaires primaires (à distinguer des Agrostidaies réversibles ou secondaires qui appartiennent à la série précédente), des pacages à *Brachypodium pinnatum*.

Leur réensemencement s'impose, car leur évolution progressive exigerait de grosses dépenses et ne peut être que de courte durée ; elles ne correspondent pas à des sols ayant agronomiquement la vocation herbagère.

Ce réensemencement s'effectue généralement dans une céréale de printemps semée peu drue ou sur sol nu avec 4 à 5 kg de Ray-grass italien.

L'examen d'un certain nombre de réensements réalisés depuis 1949 dans l'Eure où fréquemment le printemps est la saison sèche, nous a permis de reconnaître la supériorité des semis effectués fin-août début septembre.

Dans ce département, nous avons pu apprécier, tant à l'École d'Agriculture de Chambray, que sur les sols d'argile à silex remaniée, l'intérêt de l'association Dactyle-Lotier dont nous avons parlé précédemment.

Dans les lignes qui suivent nous donnerons quelques indications sur diverses associations du Trèfle blanc expérimentées à l'École d'Agriculture d'Yvetot.

b) Les prairies temporaires a base de trèfle blanc

Nous examinerons successivement les rendements fourragers de deux types de mélange.

1° *Association de Trèfle et de Ray-grass de précocité différente.*

Le semis de cet essai a été réalisé au printemps 1949 selon la méthode des blocs. Trois mélanges étaient testés renfermant chacun du Trèfle Ladino, à raison de 4 kg/ha :

le premier composé de Ray-grass anglais souche hâtive danoise n°24;
le deuxième composé de Ray-grass anglais S 101 ;
le troisième composé de Ray-grass anglais souche tardive danoise n° 32.

Ces Ray-grass étaient semés à raison de 16 kg/ha.

Comme nous l'avons fréquemment observé en Normandie, le Trèfle Ladino a été très éprouvé par des larves d'insectes.

Les résultats obtenus au cours des deux seules coupes de l'année sèche 1952, le 25 mai et le 24 juillet, sont réunis dans le tableau XXVIII.

Tableau XXVIII

	1re coupe	2e coupe	Total
Trèfle Ladino + Ray-grass hâtif :			
Matière sèche en kg/ha	5 195	221	5 416
Matière azotée totale en kg/ha	519	34	553
Matière azotée digestible en kg/ha	274	18	292
Trèfle Ladino + Ray-grass S 101 :			
Matière sèche en kg/ha	4 633	443	5 076
Matière azotée totale en kg/ha	547	69	615
Matière azotée digestible en kh/ha	291	36	327
Trèfle Ladino + Ray-grass tardif :			
Matière sèche en kg/ha	4 871	383	5 254
Matière azotée totale en kg/ha	531	62	593
Matière azotée digestible en kg/ha	282	33	315

L'étude statistique des résultats du tableau XXVIII ne permet pas de mettre en évidence de différences significative entre les rendements des différentes souches. Nous noterons les teneurs plus élevées en matière azotée totale p. 100 de matière sèche de la seconde coupe : de 16,3 à 15,2 au lieu de 10 à 11, 8 pour la première coupe. Au 27 juin, la souche hâtive était au stade fin floraison, tandis que les souches S. 101 et danoise tardive étaient au début floraison.

La souche S. 101 est sensiblement plus agressive par rapport au Trèfle Ladino que la souche tardive. Il y a lieu de comparer les résultats obtenus dans cet essai à ceux de l'essai suivant réalisé avec un Trèfle blanc beaucoup plus vigoureux, S. 100.

2° *Association du Trèfle blanc S 100 avec le Ray-grass, le Dactyle et la Fléole*

L'étude de cette association a été réalisée à l'École d'Agriculture d'Yvetot selon la méthode des blocs. Semis en avril 1949 de Trèfle blanc S. 100 à raison de 2 kg à l'hectare, avec du Ray-grass anglais S. 23 (20 kg/ha), avec du Dactyle S 26 (15 kg/ha), avec la Fléole S. 50 (5 kg/ha).

Nous donnons dans le tableau XXIX les rendements en matière sèche de ces trois associations fauchées à une quinzaine de centimètres de hauteur pendant les années 1951 (fauchaison le 24 mai, le 7 juillet, le 10 août le 21 septembre pour égalisation), 1952 (fauchaison le 27 mai et le 12 août) et 1953 (fauchaison le 15 mai, le 9 juillet, le 8 octobre, le 23 octobre pour égalisation avant l'hiver).

TABLEAU XXIX

Matière sèche/ha	1re coupe en kg par ha	2e coupe en kg par ha	3e coupe en kg par ha	4e coupe en kg par ha	Total
Trèfle blanc S 100 + Ray-grass S 23 :					
(A) 1951	1 716	5 221	916	739	8 592
1952	5 660	645			6 305
1953	4 313	2 388	955	708	8 394
Trèfle blanc S 100 + Bactyle S 26 :					
(B) 1951	2 128	4 965	835	818	8 746
1952	5 662	806			6 468
1953	4 610	1 559	1 156	747	8 072
Trèfle blanc S 100 + Fléole S 50 :					
(C) 1951	1 975	3 523	809	609	6 916
1952	4 304	414			4 718
1953	4 028	1 740	993	669	7 430
Protéine digestible/ha					
(A) 1952					447
1953	284	188	77	50	600
(B) 1952					384
1953	251	95	91	50	488
(C) 1952					329
1953	314	154	77	50	595

L'examen du tableau XXIX nous fait apparaître dans l'ensemble des chiffres assez voisins pour l'association du Trèfle blanc avec les trois graminées. Les rendements en matière sèche de l'association du Trèfle blanc avec la Fléole sont un peu plus faibles, surtout l'année sèche 1952.

La marche de la végétation est sensiblement la même en 1952 et en 1953 (même pourcentage relatif des diverses coupes ; il est différent pour 1951, qui fut caractérisé par un printemps froid) .

Pour 1951, l'étude statistique des résultats conduit aux conclusions suivantes :

a) pour le rendement en matière sèche, il n'y a pas pour la première coupe de différence significative entre A et B qui sont supérieurs à C ; pour la seconde coupe, A est significativement plus élevé que B et C ; pour la troisième coupe, pas de différences significatives entre A, B et C.

b) pour la protéine digestible, à la première coupe, A et C sont significativement supérieurs à B ; à la deuxième coupe, A est significativement plus élevé que C, supérieur à B. Pas de différence à la troisième coupe.

Le tableau XXX indique la valeur du rapport $R = \left(\frac{\text{protéine brute}}{\text{cellulose brute}}\right)$ pour les différentes récoltes de 1952 et 1953.

TABLEAU XXX

Rapport R	1re coupe	2e coupe	3e coupe
(A)			
1952	0,44	0,53	
1953	0,38	0,44	0,46
(B)			
1952	0,33	0,40	
1953	0,31	0,36	0,47
(C)			
1952	0,39	0,64	
1953	0,44	0,52	0,44

Le tableau XXX montre que d'une façon générale, le rapport R est plus élevé pour l'association Fléole-Trèfle blanc, parce que cette Graminée est moins lignifiée que ne l'est le Dactyle et le Ray-grass, mais aussi parce que le pourcentage de Trèfle blanc y est plus élevé.

Pas de différence sensible à cet égard à la troisième coupe 1953 où le Trèfle blanc domine.

Les teneurs en protéine brute p. 100 matière sèche des récoltes augmentent de la première à la dernière coupe pour les trois associations. C'est le Trèfle blanc-Fléole qui a la teneur en protéine p. 100 matière sèche la plus élevée, puis le Ray-grass-Trèfle blanc. Le Dactyle-Trèfle blanc vient en dernier à cet égard.

CONCLUSIONS

La présente étude avait pour objet d'examiner un certain nombre de cultures fourragères assolées, d'en évaluer le rendement, de les situer et de les comparer aux productions herbagères, qu'il s'agisse de prairies permanentes ou de courte durée.

Des recherches récentes ont montré que le coût de l'alimentation représente environ 49 p. 100 du coût total de la production laitière. Les betteraves fourragères sont d'un prix de revient élevé, alors que le foin de prairie revient bien moins cher à produire. L'unité fourragère des cultures assolées coûte 2 ou 3 fois plus cher (4 ou 5 fois pour la betterave fourragère) que celle de l'herbe de prairie (1).

Cette constatation n'implique pas que l'agriculteur soit placé devant

(1) Le coût de ces fourrages est réduit sensiblement lorsqu'ils sont pâturés sur place comme dans le pays de Caux.

une alternative ; mais il doit le plus souvent rechercher un équilibre entre diverses sources de fourrages. Quelle que soit la solution adoptée, la confrontation constante des résultats obtenus et la recherche d'un assolement fourrager plus intensif demeurent la préoccupation majeure. A la lumière des données réunies dans ce mémoire, ce sont cette confrontation et cette recherche qui en bonne logique doivent constituer l'élément essentiel de notre conclusion.

Mais auparavant, nous ferons un examen critique du mode d'expression de nos résultats et nous essaierons de dégager quelques précisions concernant la date optimale de récolte d'un fourrage donné.

1° Sur le mode d'expression de la valeur fourragère

Nous avons présenté un grand nombre de chiffres concernant la valeur alimentaire de divers fourrages. Notre étude introductive à l'étude des assolements fourragers nous a permis de saisir l'intérêt et les limites des modes d'expression de cette valeur fourragère.

Dans ce travail nous avons utilisé très généralement les calculs classiques qui permettent d'apprécier un aliment du bétail en tenant compte de sa teneur en cellulose brute. A plusieurs reprises, nous avons rapproché un rendement fourrager ainsi calculé de sa valeur de pâturage au piquet par des vaches laitières normandes de 5 à 600 kg donnant de 15 à 20 litres de lait. D'après les zootechniciens pour un tel bétail, rapporté à sa matière sèche, le fourrage dont dispose l'animal, doit contenir un peu plus de 10 p. 100 de protéine brute digestible et le rapport $\frac{\text{Protéine brute digestible}}{\text{valeur fourragère}}$ doit être compris entre 1,2 et 1,5.

Pour le rapport $\frac{P_2O_5}{CaO}$ il doit être voisin de 1, CaO et P_2O_5 étant voisin de 0,7 p. 100 de la matière sèche.

Pour E. CRASSMANN (1) les besoins d'une vache laitière de 600 kg ayant un rendement de 20 litres sont les suivants :

En matière sèche	13,9	kg
En protéine digestible	1 600	g
En unités fourragères	11,2	
En lest (matière organique non digestible)	3	kg
CaO	0,035	g
P_2O_5	0,140	g

Il est bien évident que lorsqu'on rapporte la valeur d'un fourrage à sa matière sèche, on suppose que la matière sèche est le seul facteur influençant la capacité d'ingestion des animaux de ferme, ce qui n'est pas.

C'est la raison pour laquelle A. M. LEROY fait intervenir un coefficient de volume qui dans le cas de la vache laitère est favorable aux environs de 1,3 pour la consommation de fourrages verts. Le taux d'humidité de ces fourrages est donc indispensable à connaître.

C'est à la lumière de toutes ces données que nous devons examiner les résultats de nos dosages.

Dans l'étude des fourrages que nous venons de passer en revue, c'est la teneur en protéine digestible p. 100 de la matière sèche qui retiendra au premier chef notre attention, car c'est la production de cette protéine digestible qui importe d'abord. Il n'est ni difficile, ni coûteux de compléter une ration avec un lest d'aliments grossiers.

Or, dans l'examen préalable que nous avons fait des méthodes que préconisent les zootechniciens pour évaluer la digestibilité des fourrages, nous avons pu mettre en évidence les actuelles difficultés de cette appréciation lorsque'on s'en tient à l'analyse chimique de ces aliments.

Au cours du présent travail nous nous sommes servis à plusieurs reprises du rapport $R = \frac{\text{protéine brute}}{\text{cellulose brute}}$ qui en première approximation constitue une évaluation rapide de la protéine digestible contenue dans la matière sèche.

En fait, le coefficient de digestibilité varierait moins vite que le taux de cellulose ; il passe en gros de 0,51 à 0,57 quand la teneur de cellulose brute varie de 34 à 25 p. 100. Nous pensons cependant qu'il est commode de se servir du rapport R qui est formé de deux éléments qu'il est aisé de doser au cours de la végétation, la protéine brute et la cellulose brute.

Les normes que nous avns rappelées plus haut à la suite des zootechniciens correspondent à des fourrages de haute qualité nécessaires au niveau élevé de la production laitière en Normandie.

Dans les conditions ordinaires, elles seront atteintes avec une herbe jeune, une luzernière de 25 à 30 centimètres, un Trèfle incarnat jeune.

Pour une bonne pâture, pâturée tous les 28 jours, R = 0,9 ; pâturée tous les 35 jours, R = 0,8. La rapport R varie avec la qualité du gazon et également pour une même pâture avec sa vitesse de croissance, qui ne dépend pas uniquement des temps de repos, mais des conditions climatiques durant lesquelles ce repos est réalisé, de la fumure utilisée et du pourcentage relatif des gramminées et des légumineuses.

Dans l'exemple étudié à Meuvaines et relaté plus haut, R varie pour le mois de juin de 0,47 et 0,55 pour les moins bonnes parcelles à 0,64 et 0,65 pour les meilleures.

Il est dans une certaine mesure caractéristique du type de gazon considéré.

Pour une jeune Luzernière (une trentaine de cm) comme pour une repousse de Trèfle violet et un Trèfle incarnat avant floraison, on trouve des valeurs de R qui s'étalent entre 0,7 et 1,1. Ces considérations nous ont conduit à un classement rapide des fourrages étudiés.

Sur le graphique 1, nous portons en abcisses le taux de cellulose brute p. 100 de matière sèche et en ordonnées le taux de protéine brute p. 100 de matière sèche. La droite de pente $\frac{2}{3}$ (= 0,66) divise le plan en deux régions.

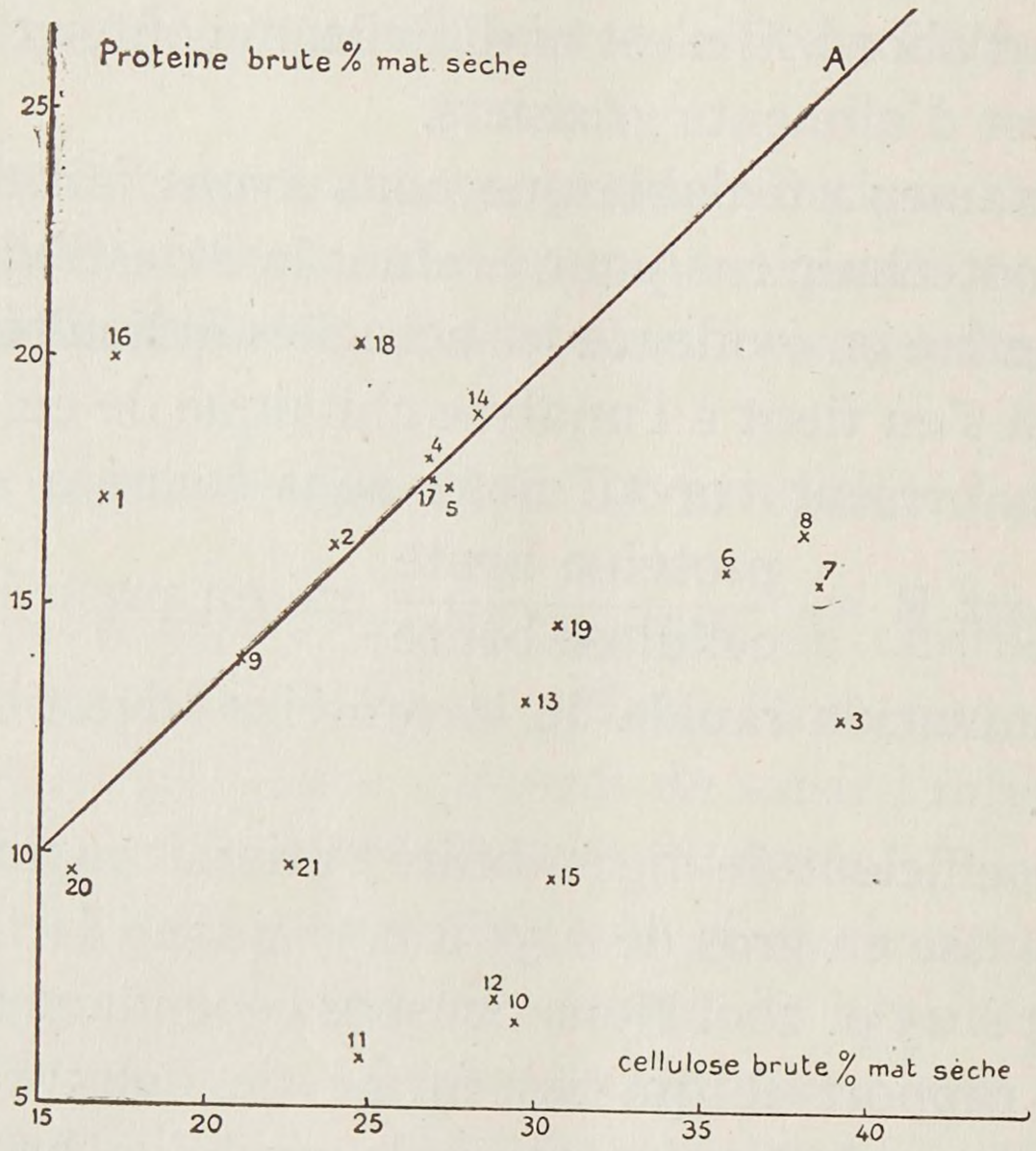


FIG. 1. — Représentation graphique par rapport a la droite A de pente $\frac{2}{3}$ des teneurs en protéine brute et en cellulose brute % de matière sèche de divers fourrages.

Nos	Variétés de fourrage	Protéine brute	Cellulose brute	Nos	Variétés de fourrage	Protéine brute	Cellulose brute
1	Trèfle incarnat (début floraison)..	17,4	16,8	13	Ray-grass-Trèfle blanc (24 mai 1951)	13,1	29,5
2	Trèfle incarnat (fin floraison)	16,2	23,7	14	Ray-grass-Trèfle blanc (15 cm) ...	18,7	27,8
3	Trèfle incarnat ensilé.....	12,8	38,9	15	Ensilage d'Agrostis	9,3	30,2
4	Pois-avoine	17,7	26,5	16	Feveroles (stade floraison).....	20,1	17,2
5	Luzerne Ormelong, 1re coupe....	17,5	27,1	17	Trèfle violet (repousse).....	17,7	26,5
6	Luzerne Ormelong, 2e coupe.....	16	35,9	18	Trèfle violet-Ray-grass (14 sept. 30 cm).....	20,6	24,3
7	Luzerne Ormelong, 3e coupe.....	15,6	38,3	19	Seigle fourrager (20 avril).....	14,4	30,5
8	Luzerne Ormelong ensilé.....	16,5	38	20	Feuilles et collets de betteraves sucrières.....	9,2	16
9	Colza « Liho ».....	13,8	21,1	21	Feuilles et collets de betteraves sucrières (après ensilage).....	9,6	22,5
10	Maïs, floraison mâlee.....	6,6	29,1				
11	Maïs, grain laiteux).....	5,9	24,9				
12	Maïs ensilé (grain laiteux).....	7,4	28,7				

Tous les fourrages qui seront représentés par un point situé au-dessus de cette droite sont des aliments suffisamment riches pour convenir à des laitières de 5 à 600 kg fournissant 20 litres de lait. Les fourrages qui se situeront au-dessous de cette droite de pente $\frac{2}{3}$ devront être complétés par des aliments concentrés.

Pour de très jeunes herbages, le rapport R peut atteindre et dépasser 1,5. Dans ce cas, il conviendra de pallier à leur teneur excessive en protéine par l'apport d'aliments riches en hydrates de carbone.

Nous noterons au passage que dans l'ensilage, le rapport R se trouve diminué par une destruction des matières azotées et un accroissement corrélatif du taux de cellulose brute, comparaison faite avec le fourrage non ensilé.

L'examen du rapport R peut nous aider à mieux apprécier l'époque optimale de récolte.

2° Date optimale de récolte

Nous ne ferons intervenir ici que les considérations de rendements en unités fourragères et en protéine digestible. Nous n'ignorons pas qu'il en est d'autres : ainsi, pour une Luzernière, son mode d'exploitation dépend des objectifs qu'on se propose et on ne la soumettra pas à des fauches trop fréquentes si on désire le maintien de cette Luzernière.

Depuis longtemps déjà, on a mis en évidence qu'il n'y a souvent pas coïncidence entre la date du rendement optimum en poids sec du fourrage et celle du rendement le plus élevé en protéine digestible à l'unité de surface. Les études poursuivies il y a plus de vingt ans par H. F. WOODMAN et ses collaborateurs sur la valeur nutritive des herbages, ont montré que le poids de matière sèche le plus élevé est obtenu par une fauche et un regain (6 t, 6 par exemple) tandis que la coupe mensuelle ne donne qu'à peu près la moitié de ce rendement et la coupe hebdomadaire de l'herbe le tiers seulement (2 t, 1).

Mais le taux de protéine digestible de cette matière sèche augmente beaucoup plus vite que ne diminue le rendement en poids sec lorsqu'on augmente le nombre de coupes de 2 à 6. Le rapport R varie de 0,30 environ à 0,85, puis à 1,6 (pour des coupes hebdomadaires). Ces constatations font apparaître la remarquable supériorité de la pâture fréquente sur la fauchaison. Elles condamnent la pratique suivie dans les régions où le maintien du bétail à l'étable est la règle, même pendant la bonne saison (Limousin, Vosges).

Quant à la récolte tardive des foins si fréquente en France, elle s'explique sans doute pour des raisons de climat et de répartition des travaux, mais aussi par le souci d'obtenir le tonnage le plus élevé d'un foin qui convient à des animaux de faible productivité et par suite peu exigeants.

En ce qui concerne la récolte des fourrages fauchés de l'assolement, il semble que la date la plus avantageuse pour les faucher dépend de leur rythme de végétation et de leur biologie même. Nous distinguons à cet égard deux groupes de fourrages.

a) *Fourrages produisant un poids peu élevé de semences.* — Lorsque

le poids de semences produites est de quelques quintaux à l'hectare, après la floraison, à la période de formation des graines, correspondent des phénomènes de lignification intense qui diminuent beaucoup la digestibilité du fourrage. On note, pour la Luzerne qui appartient à ce groupe une réduction du taux de protéine brute p. 100 de matière sèche. C'est également le moment où la plante reconstitue ses réserves souterraines (16) ; il y a perte de poids des parties aériennes.

Tandis que le poids de matière sèche à l'hectare varie très peu à partir de la floraison comme nous l'avons montré au cours de cette étude pour le Trèfle violet et le Trèfle incarnat, le rapport R varie dans le rapport 3 à 2.

En quelques jours, de telles cultures deviennent impropres, à être consommées sans addition de concentré par de bonnes laitières.

Il en est de même pour des graminées comme la Fléole, le Dactyle, etc...

b) *Fourrages dont la production de semences est importante.* — Ce sont ceux qui sont devenues des plantes fourragères après avoir été tout d'abord des céréales alimentaires : Seigle, Avoine, Maïs, Il en est de même de la Féverole.

Pour des céréales comme le Maïs, la lignification augmente au cours du développement, mais si l'on utilise comme critère d'appréciation de la digestibilité le taux de cellulose brute, le nombre d'unités fourragères et la protéine digestible produite à l'hectare augmentent constamment avec le poids de matière sèche jusqu'au stade du grain laiteux. Le taux de protéine brute p. 100 de matière sèche subit des variations en sens divers au cours de la végétation, mais l'accroissement du poids de cette matière sèche est si rapide que la valeur fourragère à l'hectare ne cesse d'augmenter.

Pour le Seigle, nous avons vu que le taux de protéine brute p. 100 de matière sèche, diminue assez rapidement après l'épiaison, c'est-à-dire que l'accroissement en poids de la récolte est plus rapide que la protéogenèse. Dans un Seigle fourrage pâturé à l'épiaison, la masse fourragère d'un hectare représente environ 3 00 unités fourragères et 350 kg de protéine digestible.

A maturité (début juin) ce Seigle permettrait d'obtenir une récolte de grains de 25 à 30 quintaux dont la valeur fourragère serait comprise entre 2 500 et 3 000 unités fourragères avec 260 à 320 kg de protéine digestible. La presque totalité de la protéine élaborée émigre vers le grain et la paille de Seigle ne contient pratiquement pas de protéine digestible.

Le pâturage du Seigle fourrage au stade de l'épiaison présente l'avantage de donner autant d'aliments que la culture pour la graine qui occupe le sol plus longtemps (près de six semaines après l'épiaison).

Pour la Féverole, nous avons montré l'intérêt d'une culture récoltée à la floraison ou au stade du grain vert. Dans une certaine mesure, comme on vient de le voir pour le Seigle, la culture de la Féverole pour la graine

a un objectif quelque peu différent, la récolte d'un aliment concentré pour l'hiver. Dans notre essai, la Féverole avait été semée trop tardivement pour être exploitée pour la graine. Les recherches poursuivies à la Station Centrale d'Amélioration des Plantes ont montré que le rendement de telles cultures augmentait beaucoup avec la précocité du semis (18).

A l'inverse de la paille de Seigle, la paille de Féverole renferme une teneur non négligeable de protéine digestible (environ 4 p. 100 de la matière sèche).

Dans l'association Pois-Avoine, on observe une protéogenèse correspondant à la formation des graines de Pois (22,5 p. 100 de protéine brute) et d'Avoine (10 p. 100).

Cette protéogenèse est plus rapide que l'accroissement du poids de matière sèche ; il y a augmentation du taux de protéine p. 100 de matière sèche.

Le tableau XXXI reprend les chiffres obtenus dans la culture de Pois-Avoine réalisée à Yvetot en 1949 et qui a été pâturée au piquet.

Dans le mélange récolté le 20 juillet, l'Avoine jaunissait avec des grains ayant dépassé le stade laiteux et les Pois étaient au début de la formation des graines (1). Une autre récolte fut faite le 28 juillet (11).

TABLEAU XXXI

	I	II
Poids de la matière sèche	2 t 4	3 t
Protéine brute % matière sèche	17,8	20
Cellulose brute	21,5	26,6
U. F. par kg de matière sèche	0,66	0,44
U. F, à l'ha	1 490	1 320
Protéine digestible à l'ha	254 kg	333 kg

Comme c'est le cas pour le Seigle, une partie de la protéine brute est engagée dans la paille de l'Avoine et se trouve ainsi inutilisable.

Les quelques exemples précédents suffiront, nous le pensons, pour montrer comment doit être étudiée la date optimale de récolte des fourrages.

3° La recherche de productions fourragères plus intensives

Nous avons examiné successivement les diverses cultures qui entrent dans l'assolement suivi à l'École d'Agriculture d'Yvetot. En conclusion, il nous reste à faire le bilan de ces productions par hectare et par année culturale. C'est à la lumière des rendements que l'on obtient dans l'assolement pratiqué couramment dans le pays de Caux que nous essaierons

d'envisager de quelle façon il est possible de réaliser un assolement fourrager plus intensif.

Si nous passons en revue les différents soles fourragères de l'École, nous trouvons :

1° Une année consacrée à la betterave fourragère représentant une production variable, mais importante d'unités fourragères (8 000 environ) renfermant 500 à 600 kg de protéine digestible ;

2° Une année consacrée à la Pomme de terre produisant aux environs de 10 000 unités fourragères et un millier de kg de protéine digestible ;

3° Une année qui portera une récolte d'Avoine (4 000 U. F. et 400 kg de protéine digestible) dans laquelle on sèmera du Trèfle violet pâturé en arrière saison (1 200 U. F. et 200 kg de protéine digestible), les deux cultures représentant 5 200 U. F. et 600 kg de protéine digestible ;

4° Une année où le Seigle fourrager (3 000 U. F. 300 kg protéine digestible) est suivi d'une Vesce-Avoine pâturée au début d'août (4 500 U. F. 600 kg de protéine digestible), les deux cultures représentant 7 500 U. F., 900 kg de protéine digestible) ;

5° Une année où le Trèfle incarnat hâtif (3 600 U. F., 700 kg de protéine digestible) est suivi d'une Vesce-Avoine (3 500 U. F., 500 kg de protéine digestible) pâturée en septembre, les deux cultures représentant 7 000 U. F. et 1 200 kg de protéine digestible ;

6° Une année où le Trèfle incarnat tardif (4 000 U. F., 900 kg de protéine digestible) est suivi d'une Vesce-Avoine (2 500 U. F., 450 kg de protéine digestible), les deux cultures représentant 6 500 U. F. et 1 350 kg de protéine digestible ;

7° Une année de Trèfle violet fauché et pâturé qui représente environ 5 000 U. F. et 700 kg de protéine digestible.

Nous avons négligé la sole où la Minette est semée dans l'Avoine, de la même façon que le Trèfle violet ; son rendement fourrager est du même ordre. On sait que l'année suivante, la Minette est fauchée en mai, puis retournée. Le sol est alors soumis à des travaux superficiels de nettoyage.

Si l'on met à part la supériorité marquée de la culture de Pomme de terre, en tant que productrice d'unités fourragères, l'examen critique des évaluations précédentes fait apparaître deux niveaux de production fourragère :

1° L'un qui se situe aux environs de 8 000 Unités fourragères : Betterave fourragère, Seigle fourrager et Trèfles incarnat hâtifs et tardif suivis de Vesce-Avoine. La production de protéine digestible peut atteindre et dépasser 1 000 kg pour les cultures successives.

2° L'autre qui se situe aux environs de 5 000 U. F. avec 6 à 700 kg de protéine digestible . Avoine + Trèfle violet. La sole de Trèfle violet est à peu près entre ces deux niveaux.

Si l'on compare ces rendements à ceux d'une prairie exploitée selon

les méthodes intensives avec rotation pour laquelle la production de 4 à 6 000 unités fourragères est atteinte fréquemment en Normandie, ils apparaissent insuffisants en égard aux travaux du sol qu'ils exigent.

On peut considérer comme des plafonds de la production fourragère dans nos régions les rendements indiqués par J. VERDEYEN (14) et obtenus à l'aide d'une culture de Ray-grass italien, fauchée le 11 mai et le 17 juin, suivie d'un Chou Moellier repiqué. En deux coupes, le Ray-grass italien a donné 9 t 300 de matière sèche (8 600 U. F., 775 kg de protéine digestible) et le Chou Mellier environ 6 tonnes de matière sèche (5.400 U. F. et 775 kg de protéine digestible. Au total : 15 t 300 de matière sèche et 14 000 U. F., 1 550 kg de protéine digestible.

Ces résultats sont obtenus avec une fertilisation azotée considérable (330 kg d'azote).

On ne saurait préconiser de tels rendements avec de tels moyens. Il semble préférable de rechercher non pas une seule solution dans l'emploi massif de la fertilisation, mais des solutions multiples qui tiennent compte du comportement et de la productivité des plantes fourragères dont nous pouvons disposer.

A notre avis, l'accroissement du rendement fourrager peut être obtenu au moyen des différents procédés suivants :

1° EN RECHERCHANT DES PLANTES FOURRAGÈRES A GRAND RENDEMENT, telles que le Maïs, encore insuffisamment cultivé, la Luzerne, les Colzas ou les Choux fourragers et pour ces différentes espèces les variétés les mieux adaptées et les plus productives.

Mais en agriculture intensive, cette productivité doit être rapportée au temps ; la vitesse de croissance importe.

La rapidité avec laquelle une plante édifie sa matière sèche peut être différente au cours de son développement. C'est ainsi que pour le Maïs on observe un net redressement de la courbe de production de matière sèche à l'hectare après l'épiaison mâle.

Le Maïs se sème à peu près au moment où le Chou Moellier se repique, mais il se développe plus rapidement : en 120 jours, il permet d'obtenir un tonnage près de deux fois supérieur (12 t.) à celui du Chou Moellier (6 t.) dont nous avons parlé plus haut. Le Maïs occupe le sol moins longtemps que la Betterave fourragère (6 mois) la Pomme de terre (5 mois), la Carotte fourragère (6 mois) pour des rendements parfois supérieurs. Pendant les mois d'été, il élabore 4 tonnes de matière sèche par mois.

Les Navets et le Rutabaga qui sont des bisannuels et des atlantiques sont aussi de bonnes machines fourragères : le Navet donne en 3 mois 2 700 U. F. et 340 kg de protéine digestible à l'hectare (900 U. F. et 320 kg de protéine digestible par mois) ; le Rutabaga donne en 4 mois et demi 5 250 U. F. et 600 kg de protéine digestible (1100 U. F. et 130 kg

deprotéine digestible par ha et par mois). On reproche à ces Crucifères d'être peu appréciées pour la production laitière.

Pour la production des protéines digestibles, la Luzerne qui fournit 1 tonne de protéine digestible à l'hectare servira de terme de comparaison. C'est par rapport à un tel rendement qu'on doit étudier des associations de Légumineuses, comme Vesce-Féverole dont l'intérêt a été récemment reconnu par la Station Centrale d'Amélioration de Versailles (1).

2° En généralisant l'emploi de cultures dérobées. — L'emploi de cultures dérobées — le Ray-grass italien présente à cet égard une grande souplesse — doit être généralisé toutes les fois qu'il est possible.

Nous avons vu que la culture de la Navette d'hiver ou du Colza fourrager n'est pas fréquente. Un semis en septembre de ces Crucifères permet de trouver un fourrage à utiliser avant une plantation de pommes de terre en mai.

Ces rapides indications nous montrent le sens dans lequel doivent se poursuivre les recherches que nous avons entreprises sur les assolements fourragers en Normandie.

L'adoption d'un assolement plus intensif implique l'étude préalable de nombreux problèmes qui portent sur l'*adaptation* des variétés productives, les *conditions culturales* (date et densité de semis, fertilisation, etc...) la *succession des fourrages* au cours de l'année.

Dans notre région, le Trèfle incarnat, est, en fait, la seule légumineuse annuelle, semée en hiver et constitue, nous l'avons vu, un bon précédent pour la Vesce-Avoine, le Maïs-Vesce ou le Maïs seul. On a sans doute remarqué notre silence concernant des légumineuses d'hiver (Vesce, Pois) qui ne sont pratiquement pas cultivées en Normandie. Seule une expérimentation fourragère méthodiques et répétée permettra d'apporter une solution valable aux problèmes que pose l'accroissement de la production fourragère.

RÉSUMÉ

Au cours d'une première étude parue dans ces Annales, les Auteurs se sont efforcés de préciser l'intérêt et les limites des méthodes d'évaluation au laboratoire de la valeur alimentaire des cultures fourragères. Il s'agissait d'un travail préliminaire en vue de l'étude méthodique des assolements fourragers et de la production herbagère en Normandie qui est l'objet du présent mémoire.

Les Auteurs y décrivent l'assolement fourrager du pays de Caux qu'ils

(1) Si l'extension de la culture du Maïs et de la Luzerne permettra d'accroître sensiblement notre production fourragère, rappelons qu'à l'École d'Agriculture de Chambray, on a pu associer ces deux cultures en semant de la Luzerne entre les lignes de Maïs.

ont pu étudier à l'École régionale d'Agriculture d'Yvetot. La caractéristique de cette production fourragère est d'être consommée au piquet par des vaches qui sont réputées par leur production laitière.

La succession classique est la suivante : dès le 10 avril, les animaux pâturent dans un Seigle fourrager au stade épiaison, puis ils passent successivement dans un Trèfle incarnat tardif qu'ils « arrêtent », puis en mai et en juin dans les Trèfles incarnats hâtif et tardif, puis dans le Trèfle violet semé dans une Avoine l'année précédente. Seigle fourrage et Trèfles incarnats sont également suivis d'une culture de Vesce-Avoine pâturée également au piquet du début août à début octobre. Les animaux sont mis à l'herbage quand il y a solution de continuité dans les fourrages assolés

L'intervention de la Luzerne et du Maïs fourrage améliore beaucoup le rendement de cet assolement que se situe aux environs de 8 000 unités fourragères.

De nombreuses analyses chimiques renseignent sur la valeur alimentaire de ces diverses cultures. Elles se proposent notamment de préciser les stades de récolte. qui conviennent à l'alimentation de vaches donnant 20 litres de lait. Dans ce but, les Auteurs se sont servis du rapport

$$R = \frac{\text{protéine brute}}{\text{cellulose brute}}$$

qui peut être utilisé comme critère de la digestibilité des aliments. Seuls les fourrages dont le rapport R est supérieur à 0,66 peuvent être utilisés sans concentré pour la nourriture d'animaux de haute productivité.

L'ensilage est une pratique qui se répand dans toutes les régions où l'exploitation de fourrages est réalisés de façon rationnelle. On trouvera dans le présent mémoire un certain nombre de bilans fourragers d'ensilage relatifs à divers fourrages ; ils permettent d'apprécier les pertes parfois importantes de cette opération. Quelques indications sont données sur le niveau de la production herbagère pour des prairies permanentes et pour des prairies resemées à base de Trèfle blanc.

En conclusion, les Auteurs insistent sur la nécessité de continuer une expérimentation méthodique et répétée sur l'adaptation de variétés très productives, les méthodes culturales et la succession des fourrages dans l'assolement.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Crassmann (E.). — Quelques problèmes techniques relatifs à l'alimentation animale à base de fourrages produits à la ferme. *Comité de l'Alimentation et de l'Agriculture O. E. C. E.*, Paris, 23-28 mars 1953 (ronéotypé).

(2) Hedin (L.). — Le Maïs en Normandie. in La culture du Maïs hybride en France. *Actualités agronomiques*, Série B, n° 1, 1951, p. 87-92.

(3) Hedin (L.). — Recherches sur l'écologie des prairies françaises : un essai de classification. *Revue internationale de Botanique appliquée*, n° 357-358, juillet-août 1952, p. 363-376.

(4) HEDIN (L.) (en collaboration avec Mme PHILIPPART). — Introduction à l'étude des assolements fourragers. *Annales de l'I. N. R. A.* (*Amélioration des Plantes*), 1953, nº 1, p. 1 à 42.
(5) HENSINKVELD (David). — Red clover for Illinois. Circ. 627, *College of Agriculture*, 23 p., 4 fig.
(6) HERVIEU (R.) et DELCURE (G.). — Prairie temporaire et assolement H. B. N. *Association des éleveurs de la race bovine normande*, nº 16, juillet 1953, p. 7-12.
(7) HOLMES (G. A.). — Revolution in agriculture. Todd publishing Co London, 1946, 128 p.
(8) HUGHES (G. Pearson). — Grass rows and Lucerne for winter grazing Repr. from « Safety in seeds » 1953.
(9) MAYER (R.). — La luzerne et son utilisation, Vulgarisation des méthodes d'amélioration des herbages. O. E. C. E., 1950, p. 68-79.
(10) MINGASSON (H.). — Cultures de la ferme de l'Ecole d'agriculture de la Seine-Inférieure à Yvetot. I. — Assolement. II. — Etude pratique de chaque culture. III. — Calendrier des travaux. Rouen, 1931, 20 p.
(11) SCHARRER (K.) et SCHREIBER (R.). — Recherches sur la digestibilité de la luzerne fraîche, du foin, de la farine ou de l'ensilage de luzerne, donnés comme aliment aux moutons. *Zeitschrift für Tierernährung und Futtermittel Kunde*. Band III, 1940, p. 27-44.
(12) VASSEUR (J.). — La Féverole et les céréales secondaires. *Techniques et pratiques agricoles de la Seine-Inférieure*, 1er trimestre 1953, nº 1, p. 6-8.
(13) VERDEYEN (J.). — Production fourragère et ensilage des fourrages verts. *Comptoir belge des engrais azotés*, 1938, 101 p.
(14) VOISIN (A.). — La rotation des herbages. H. B. N. *Association des éleveurs de la race bovine normande*, nº 16, juillet 1953, p. 7-12.
(15) WATKIN WILLIAMS. — Experiments on the yield of Lucerne Strains as pure plots and on the behaviour of Lucerne when sown in mixture with various species of grasses. *Journ. of British Grassland Society*, Vol. 5, nº 2, juin, 1950, p. 113-129.
(16) WILLARD (C. J.). — The management of Alfalfa meadows after seeding. *Advances in Agronomy*, Vol. III, 1951, New-York, p. 94-112.
(17) X. — Experiments in progress. Grassland Research Station. *The Grassland research Institute*. Publication annuelle depuis 1948.
(18) X. — Rapport d'activité pour l'année 1952. Station Centrale de génétique et d'Amélioration des plantes. *Institut national de la Recherche agronomique* (ronéotypé).

L'ÉVOLUTION DE LA ROUILLE NOIRE SUR LA PLANTE ADULTE DE BLÉ ET SON INCIDENCE SUR LE POIDS DU GRAIN

PAR

R. ECOCHARD, M. GILLET, ET E. TRINQUAND

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes
Versailles

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

I. — **Évolution de la rouille noire et développement du grain dans le cas de quatre varités d'hiver en cours de maturation.**

a) Matériel d'étude.
b) Évolution de la rouille noire.
a) Développement du grain.
d) Relations entre l'évolution de la rouille et l'échaudage. — Rôle joué par les différentes parties de la plante.

II. — **Appréciation de l'échaudage dû à la rouille noire sur trois variétés de printemps.**

a) Matériel et méthode.
b) Résultats.

Conclusion.

Bibliographie.

INTRODUCTION

L'évaluation des pertes de rendement imputables à la Rouille Noire du Blé a été tentée par de nombreux auteurs, avec des méthodes variées.

DUCOMET et FOEX (1928) comparaient le nombre et le poids des grains des plantes atteintes à ceux des plantes saines trouvées dans le même champ.

CHEVALIER (1953) propose d'attribuer le terme « d'échaudage pondéral » au rapport :

$$100 \times \frac{P - p}{p}$$

où p est le poids de mille grains constaté après une attaque de rouille, et P le poids de mille grains maximum observé pour cette variété.

Comme le soulignent ces auteurs, il est difficile d'apprécier la seule part d'échaudage dûe à *Puccinia graminis* en présence d'autres agents tels que les rouilles jaune ou brune, la verse ou un coup de chaleur.

Quelques chercheurs, notamment GREANEY et ses collaborateurs (1927-1930), ont essayé de serrer le problème en utilisant des traitements au soufre, de façon à avoir côte à côte des parcelles d'un même blé qui ne diffèrent que par l'intensité d'attaque de la rouille noire.

Quelle que soit la méthode employée, suivant les conditions de culture, l'année, la variété, les pertes de rendement que l'on constate sont très variables ; KIRCHNER et SCHWARTZ (1924) estiment qu'elles peuvent fréquemment atteindre, en Allemagne, 40 p. 100 et au-delà. Par contre des variétés sensibles échappent fréquemment à la maladie, ou du moins aux dommages qu'elle cause, grâce à leur précocité.

L'évolution du grain, à partir de la floraison, est bien connue depuis les travaux de GESLIN et JONARD (1946). Ces auteurs ont mis en évidence l'existence d'un palier d'une durée de douze jours environ dans l'évolution de la quantité d'eau présente dans le grain. Un brusque coup de chaleur survenant pendant cette période entraîne une perte d'eau qui n'est pas compensée par l'absorption, et la courbe accuse un fléchissement sans pouvoir nécessairement reprendre son équilibre dans la suite.

Il en résulte une dépression à la fois dans :

— le poids frais,

— le poids sec,

— la teneur en eau du grain ;

c'est l'échaudage physiologique.

On peut penser que la rouille noire lorsqu'elle a atteint un certain développement sur la tige, agit d'une façon analogue, en accélérant la transpiration pendant la période critique de formation du grain.

L'objet de ce travail est donc de confronter la courbe d'évolution de la rouille noire sur la plante avec celles du grain, pour analyser le mécanisme de l'échaudage pathologique dont *Puccinia graminis* est responsable.

I. — ÉVOLUTION DE LA ROUILLE NOIRE ET DÉVELOPPEMENT DU GRAIN DANS LE CAS DE QUATRE VARIÉTÉS D'HIVER EN COURS DE MATURATION

a) **Matériel d'étude.** — Les variétés choisies : *Franc-Nord, Hâtif de Wattines, Hybride 40, Hybride de Bersée,* sont toutes les quatre très sensibles à la rouille noire.

Pour chacune d'elles, semées le 14 novembre 1952 en planches de 1,50 m de large à raison de 35 grains par ligne, nous avions :

20 lignes contaminées le 4 juin, au coucher du soleil, par une pulvérisation d'une suspension de spores appartenant à la race 21.

20 lignes traitées le 15 juin et le 3 juillet, par temps calme, avec une poudre anticryptogamique (1), à base de zinc-éthylène bisdithiocarbamate.

20 lignes abandonnées aux conditions naturelles du milieu.

Toutes ces parcelles ont végété normalement et les différents stades ont été notés aux dates suivantes :

Montée	20-23 avril pour toutes les variétés
Épiaison	28-30 mai pour toutes les variétés
Floraison	2-4 juin pour toutes les variétés
Maturité	24-30 juillet pour toutes les variétés

On a observé très peu de rouille jaune, mais une attaque assez forte de rouille brune sur les quatre variétés ; de plus *Hâtif de Wattines* a versé entre le 13 et le 20 juillet. Enfin malgré des températures toujours inférieures à 30°C un échaudage physiologique a pu être constaté sur variétés tardives dans la région de Versailles.

Toutes ces adversités ont sans doute retenti sur le poids du grain. Mais la méthode reste valable qui consiste à comparer entre elles les par celles atteintes ou non de rouille, toutes choses étant égales par ailleurs.

Les prélèvements ont été effectués aux dates suivantes :

16-22-26-30 juin, 3-6-9-13-20-24 juillet, 5 août.

Chaque fois, on prélevait au hasard 10 tiges entières sur chaque parcelle contaminée et traitée.

Ces échantillons, roulés dans une toile humide pour éviter l'évaporation, étaient ramenés au laboratoire, et l'on notait :

l'intensité de la rouille noire sur chaque portion des diverses tiges,

par épi, le poids frais de 25 grains en éliminant ceux de la base et du sommet ainsi que les troisième et quatrième grains de chaque épillet.

le poids sec de ces grains après douze heures à l'étuve, à 105°C.

b) **Développement de la rouille noire.** — Inoculée le 4 juin, la rouille n'a manifesté ses premières pustules que 22 jours plus tard, en raison de la température assez basse au cours de cette période. Les pustules ont apparu sur la gaine de la feuille supérieure des différentes variétés contaminées dans l'ordre suivant : *Hâtif de Wattines*, puis *Franc-Nord*, *Hybride 40*, *Hybride de Bersée*.

(1) Produit de marque hollandaise « Aaphytora ».

Les parcelles traitées ont présenté des taches de rouille noire à partir du 6 juillet.

Pour désigner facilement les diverses parties de la tige nous avons adopté une numérotation à partir du haut comme suit (voir fig. 1).

Les numéros :

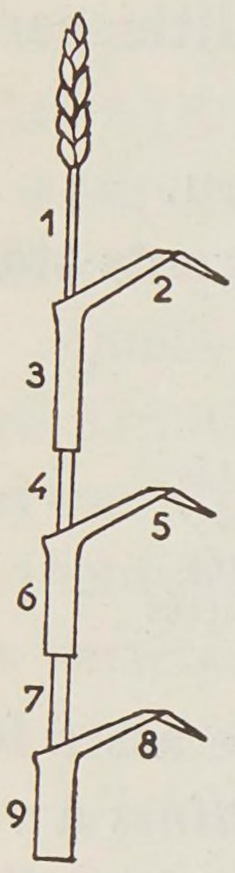


FIG. 1. — Désignation des diverses portions de la tige.

1-4-7 désignent la partie visible des trois derniers entrenœuds de la tige.

2-5-8 désignent les limbes des trois dernières feuilles.

3-6-9 désignent les trois dernières gaines foliaires.

Pour noter l'intensité de la rouille sur ces différents organes on a utilisé la même échelle que DUCOMET et FOEX. En regard de cette échelle nous indiquons la correspondance dans l'échelle U. S. D. A. utilisée par les Américains (R. F. PETERSON 1948).

Pas de rouille	0	= 0 de l'échelle U. S. D. A.
Premières traces	0,5	= 1
Un peu de rouille	1	= 5-10-20
Attaque moyenne	2	= 30-40-50
Forte attaque	3	= 60-70-80
Très forte attaque	4	= 90-100 (sores occupant 37 p. 100 de la surface).

Le tableau 1 donne les totaux des notes attribuées aux 10 tiges de chaque échantillon.

La représentation graphique de cette évolution pour chacun des organes considérés fait ressortir, malgré une fluctuation assez notable, les caractéristiques suivantes qui sont valables pour les quatre variétés étudiées, contaminées ou traitées :

1° La gaine de la dernière feuille (organe n° 3) est la première malade et manifeste son maximum d'attaque avant les autres parties de la tige.

2° La gaine de l'avant dernière feuille (n° 6) est atteinte après la précédente et l'évolution du parasite suit une courbe parallèle.

3° La maladie gagne alors les organes 1, 2, 4, 5 et 9. Son évolution est également parallèle aux deux courbes des gaines n° 3 et n° 6 ; elle est simultanée pour ces cinq parties de la plante.

4° L'entrenœud n° 7 n'est pas toujours dégagé et la feuille n° 8 est vite desséchée. Il est donc difficile d'y suivre le développement de la maladie d'une manière valable.

5° Les différentes courbes représentant l'évolution de la rouille noire ont approximativement un tracé en S, limité au flétrissement total de l'organe considéré.

6° Ce dernier se produit pour les limbes bien avant la fin du palier d'évolution du grain (stade que nous appelerons H.) ; puis les gaines finissent à leur tour par se dessécher, quelques jours après le stade H ;

TABLEAU I

Franc–nord

Contaminé

Organe n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30/6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
3/7	0	0,5	11,5	0,5	1	6,5	0	0,5	1,5
6/7	3	4,5	13,5	5	4	8	0	3	0
9/7	8,5	6	20,5	8	7	10,5	2	3	5,5
13/7	10.5	11	26	16	16	22	0	2,5	14,5
20/7	30		40	30		39	5,5		30
24/7	36		39	38		38			13

Traité

Organe n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30/6									
3/7									
6/7	0	1,5	1	0	1	0	2		0,5
9/7	0	0	0,5	0	1,5	0,5	0		0
13/7	0,5	0,5	2,5	0		1,5	0		0,5
20/7	4,5		6	2,5		5,5	1		2
24/7	6,5		10	5		13			5,5

Hâtif de Wattines

Contaminé

Organe n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30/6	0	1	5	0	0	0	0	0	0
3/7	1	4	19	0,5	1,5	15	0,5	1,5	6
6/7	5,5	12,5	20	5,5	5	11,5	0,5	4	2,5
9/7	12,5	11,5	31	13	4,5	19	3	2	10,5
13/7	16	18	33	17	15	30	4	6,5	23
20/7	40		40	39		40	5,5		33
24/7	40		40	40		40	6		24

Traité

Organe n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30/6									
3/7									
6/7	1	3	0	0	1,5	1	0,5		0
9/7	0,5	3	1,5	0,5	0,5	0,5			0
13/7	5	2,5	4	1,5	1	3			1
20/7	12		14,5	6,5		11,5			7
24/7	23,5		17,5	8		21			8,5

TABLEAU I (suite)

Hybride 40

Contaminé

Organe n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30/6									
3/7	0	1	4	0,5	3	2	0	6	0,5
6/7	0,5	2,5	4,5	0	6,5	2,5	0	4,5	0,5
9/7	7	5	8	2	4,5	6,5	0,5	2,5	4,5
13/7	5	3	10	2,5	1,5	8	0		7,5
20/7	8		19,5	5		25,5	0		14,5
24/7	15		25	10		32	0,5		24

Traité

Organe n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30/6									
3/7									
6/7	0	1,5	0,5	1	3	0,5	0,5		0
9/7	0	1,5	0,5	0	1,5	1,5	0,5		1
13/7	0,5	0,5	1	1		2			0,5
20/7	2,5		2,5	0		4,5			1
24/7	2		5,5	2		8,5			

Hybride de Bersée

Contaminé

Organe n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30/6									
3/7	0	1	3,5	0	0	0,5		0,5	0
6/7	0,5	4	2	0	2,5	0,5		0	0
9/7	3,5	3,5	12,5	4	6	6		2	4,5
13/7	5	3,5	14	4	5	10,5			8
20/7	11,5		17,5	5,5		16,5			7,5
24/7	23		29	20		29			19

Traité

Organe n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30/6									
3/7									
6/7	0,5	0,5	2	0	0	1		0,5	
9/7	1	1,5	1	0	2	2		0	
13/7	2,5	0,5	4	2		3		1	
20/7	7,5		8	4		6		5,5	
24/7	20		18	5		15,5		6	

Notes de rouille noire attribuées aux diverses portions de la tige au cours du temps (les chiffres représentent le total des notes, comptées de 0 à 4, et attribuées à 10 tiges prélevées au hasard).

enfin les tiges restent vertes jusqu'au stade I de deshydratation totale du grain.

Le schéma théorique suivant résume ces observations.

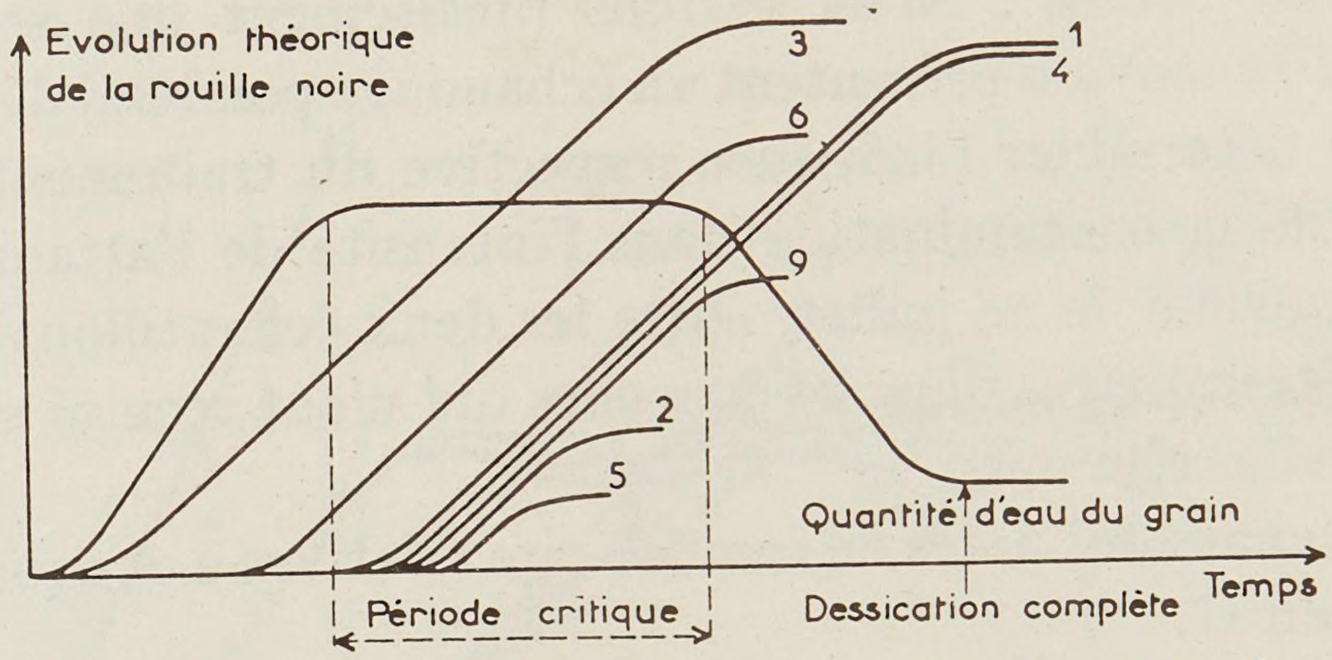


FIG. 2. — Schéma théorique représentant l'évolution de la rouille noire sur les diverses portions de la tige : 1-4-(7) les trois derniers entrenœuds ; 2-5-(8) les trois dernières feuilles ; 3-6-9 les trois dernières gaines foliaires.

Cette famille de courbes constitue évidemment la représentation la plus complète du phénomène dans son ensemble. Si les positions relatives et les pentes de ces courbes sont constantes, il suffit de tracer la courbe concernant la dernière gaine pour représenter l'évolution de la rouille noire.

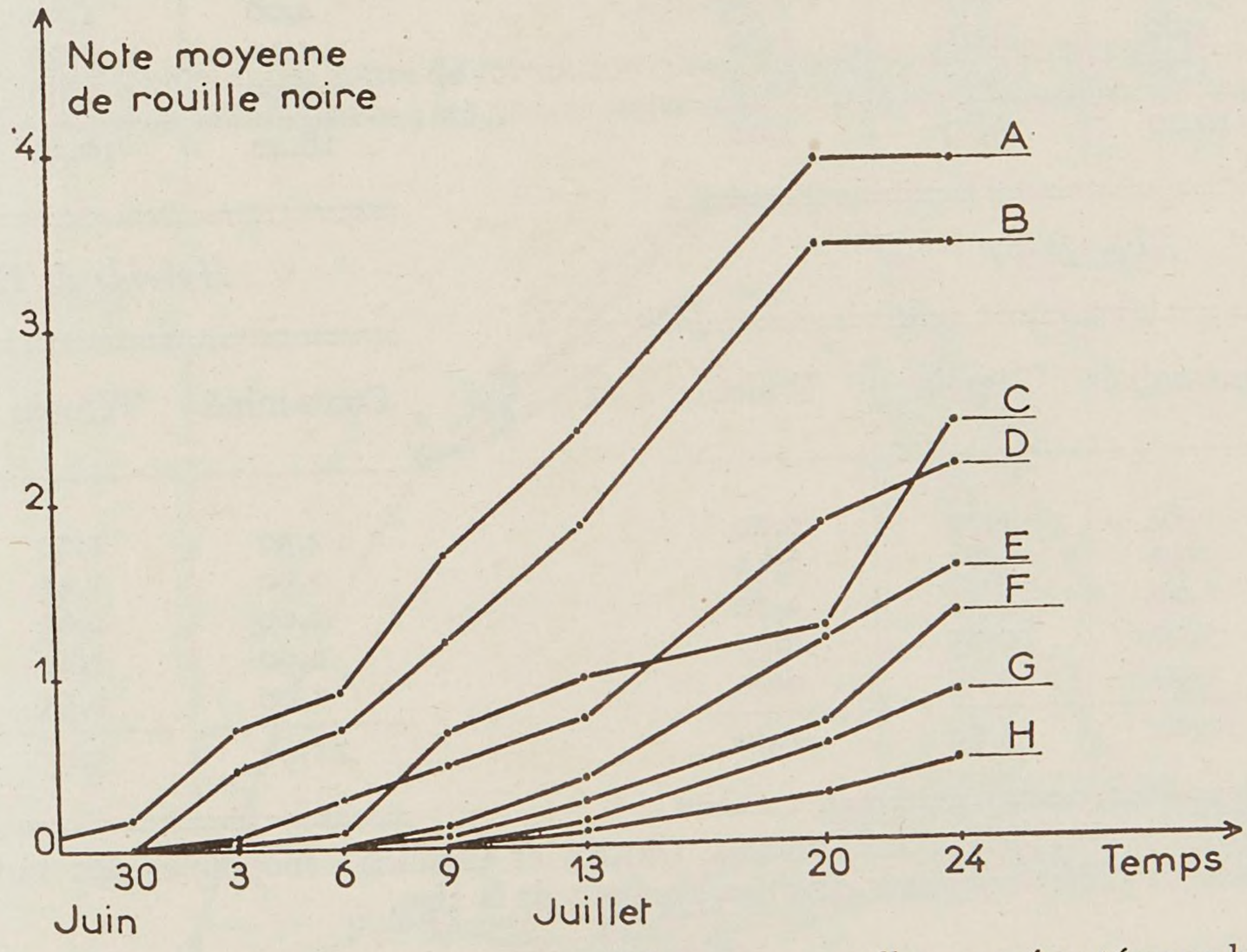


FIG. 3. — Évolution de la rouille noire dans les différentes parcelles, représentée par les moyennes des notes attribuées aux organes 3, 6, 9, 1 et 4.
A = *Hâtif de Wattines* contaminé ; B = *Franc-Nord* contaminé ; C = *Hybride de Bersée* contaminé ; D = *Hybride 40* contaminé ; E = *Hâtif de Wattines* traité ; F = *Hybride de Bersée* traité ; G = *Franc-Nord* traité ; H = *Hybride 40* traité.

Cependant afin d'utiliser toutes les données dont nous disposons, nous avons caractérisé l'évolution de la rouille noire par les moyennes relatives aux organes 3-6-9-1-4. (Il semble difficile de tenir compte des limbes des feuilles.) On obtient alors les courbes suivantes (voir fig. 3).

Aux erreurs d'échantillonnage près, l'évolution de la rouille noire paraît régulière dans le temps.

Pour chacune des quatre variétés on voit qu'il y a une différence très nette entre les parcelles contaminées et les parcelles traitées. *Hâtif de Wattines* et *Franc-Nord* ont beaucoup plus souffert que *Hybride 40* et *Hybride de Bersée* : Nous verrons précisément que seuls *Hâtif de Wattines* et *Franc-Nord* présentent un échaudage pondéral décelable.

Afin de déterminer l'influence respective du traitement anticryptogamique et de la contamination dans l'intensité de l'attaque de rouille noire, on a prélevé, le 24 juillet, outre les deux échantillons habituels de chaque variété, 10 tiges dans les parcelles qui n'ont reçu ni spores ni fongicides (Parcelles témoins).

Les moyennes des notes de rouille noire relatives à chaque lot figurent dans le tableau II.

TABLEAU II

Franc-Nord

	Contaminé	Témoin	Traité
Organe 1 ..	3,60	0,35	0,65
3 ..	3,90	1,65	1,00
4 ..	3,80	0,75	0,50
6 ..	3,80	1,70	1,30
9 ..	1,30	0,75	0,55
Total	16,40	5,20	4,00

Hâtif de Wattines

Contaminé	Témoin	Traité
4,00	2,50	2,35
4,00	2,30	1,75
4,00	1,50	0,80
4,00	2,20	2,10
2,40	1,80	0,85
18,40	10,30	7,85

Hybride 40

	Contaminé	Témoin	Traité
Organe 1 ..	1,50	1,10	0,20
3 ..	2,50	1,05	0,55
4 ..	1,00	0,45	0,20
6 ..	3,20	0,85	0,85
9 ..	2,40	0,25	0,00
Total	10,60	3,70	1,80

Hybride de Bersée

Contaminé	Témoin	Traité
2,30	1,20	0,20
2,90	1,45	1,80
2,00	0,65	0,50
2,90	1,40	1,55
1,90	0,55	0,60
11,90	5,25	6,45

Comparaison entre parcelles contaminées, traitées et témoins : moyennes des notes de rouille noire attribuées le 24 juillet 1953 aux diverses portions de la tige.

Ces chiffres montrent clairement (sauf dans le cas de *Hybride de Bersée* pour des causes probablement fortuites) que la contamination et le traitement ont l'un et l'autre été efficaces.

Il est d'ailleurs vraisemblable que des applications répétées plus souvent du fongicide auraient été encore plus effectives.

c) **Développement du grain.** — Pour les 25 grains prélevés sur chaque épi on a noté :

le poids frais

le poids sec,

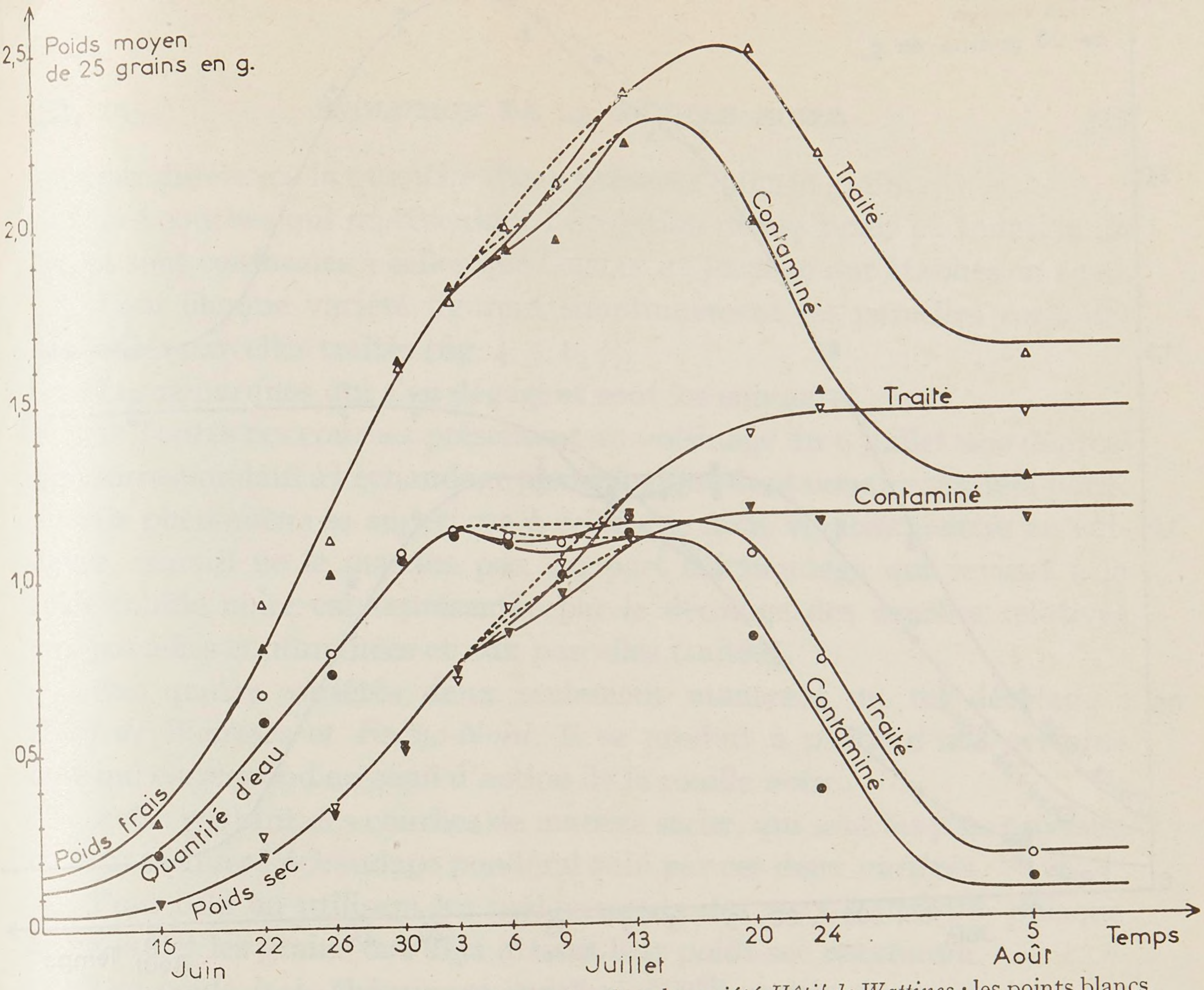


FIG. 4. — Évolution du grain, en cours de formation dans la variété *Hâtif de Wattines* ; les points blancs sont relatifs aux parcelles traitées ; les points noirs sont relatifs aux parcelles contaminées.

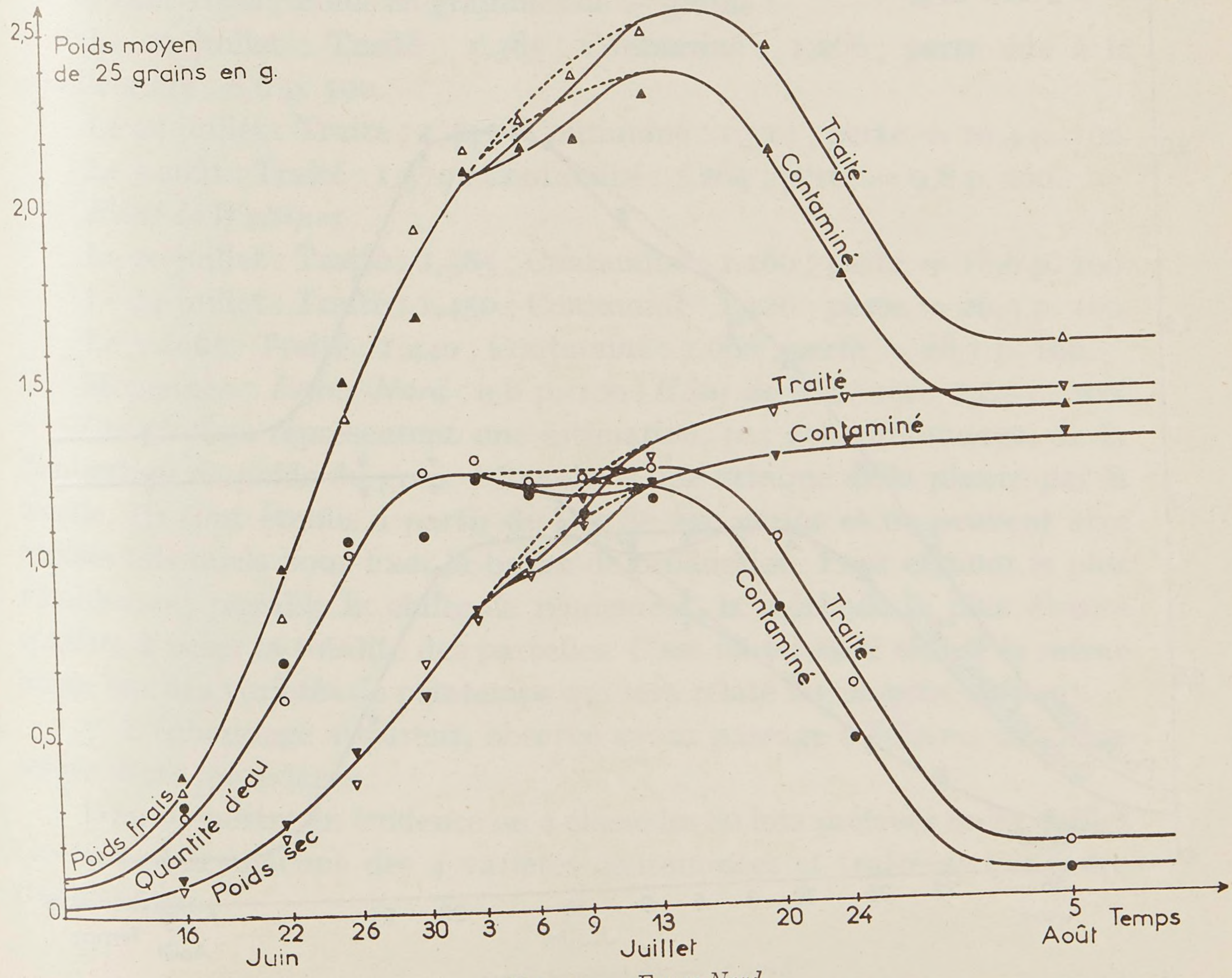


FIG. 5. — *Franc-Nord*

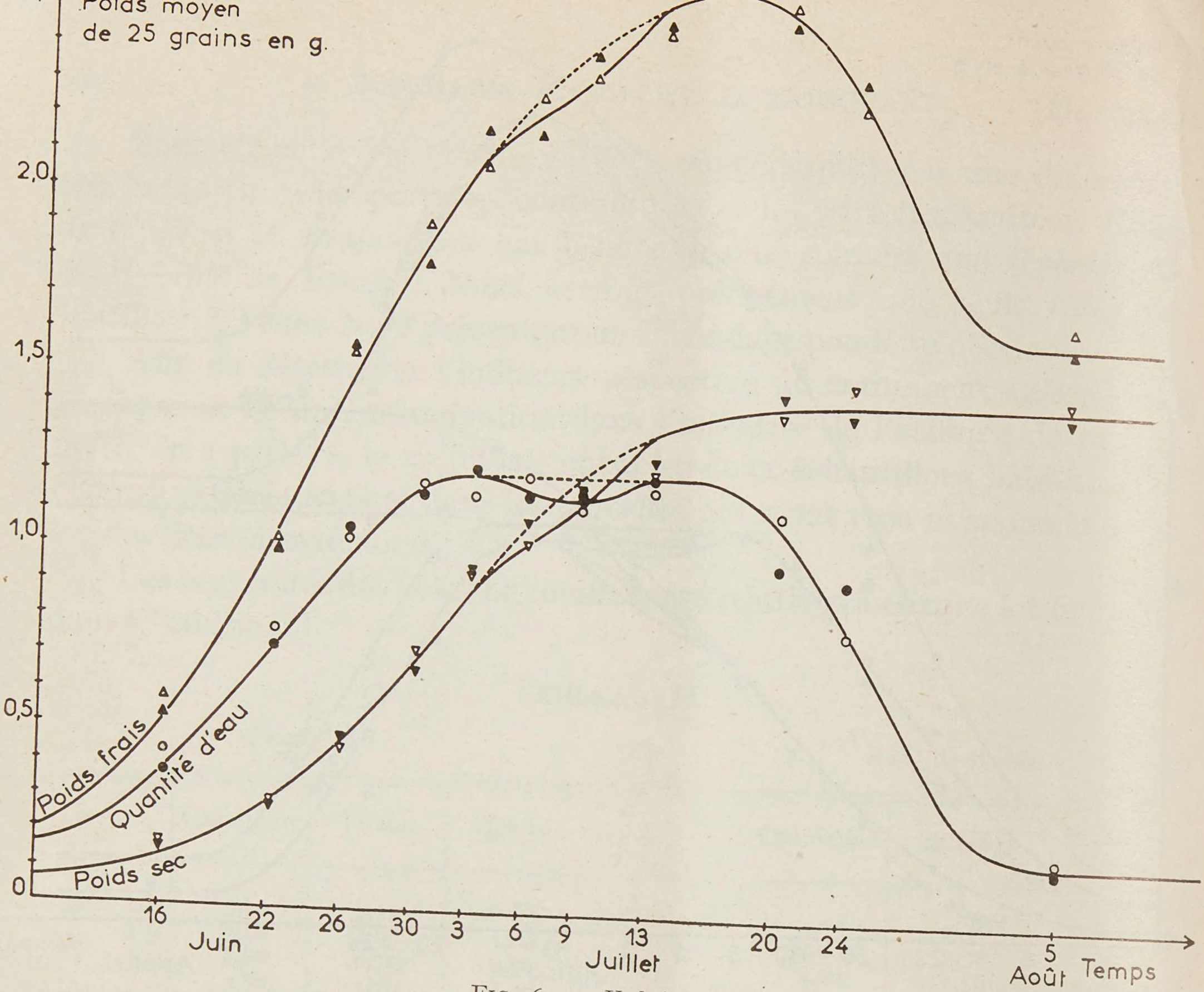


FIG. 6. — *Hybride 40*

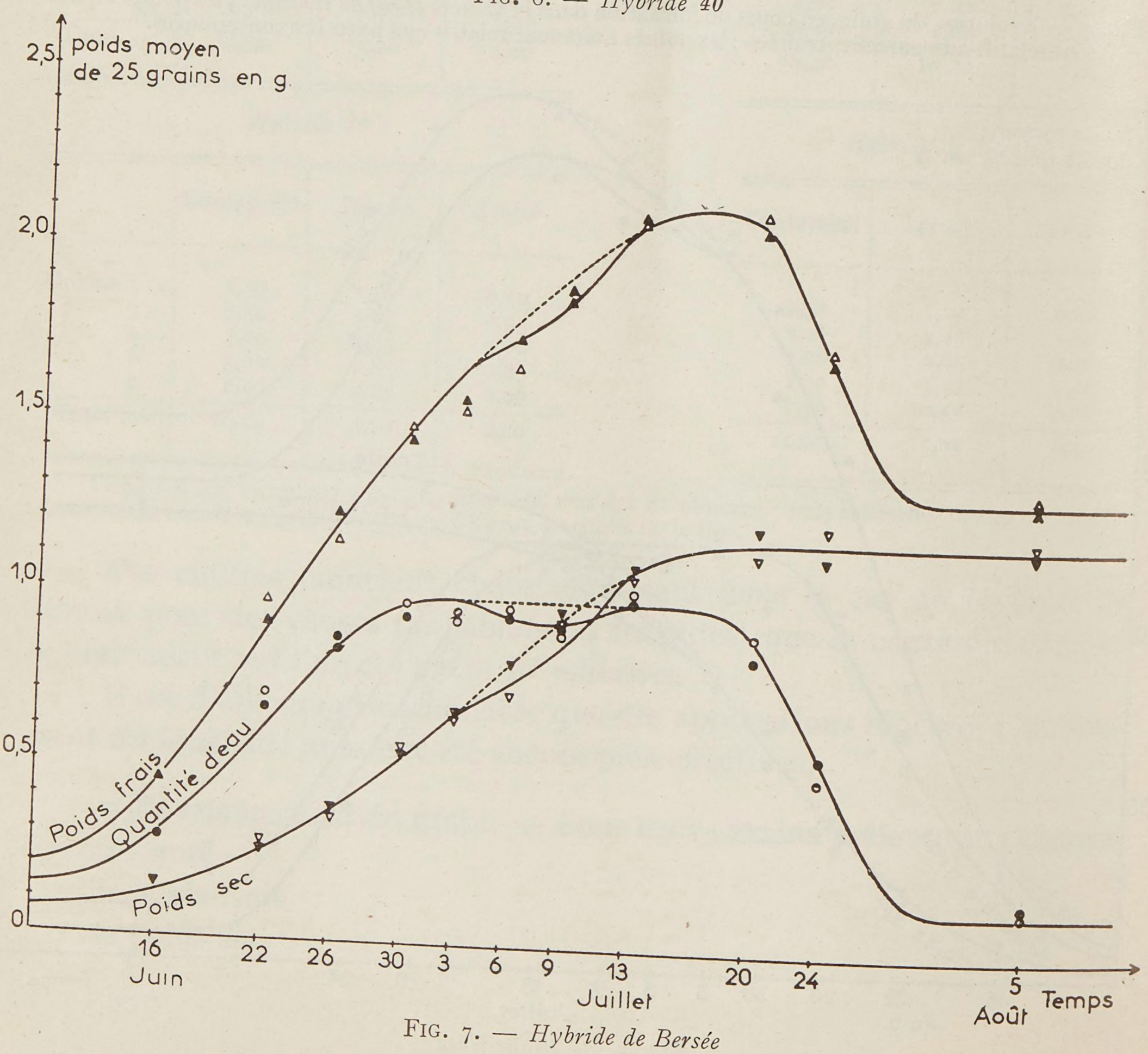


FIG. 7. — *Hybride de Bersée*

par différence la quantité d'eau présente dans le grain.

Les courbes qui représentent l'évolution de ces poids en fonction du temps sont conformes à celles que GESLIN et JONARD ont établies en 1946.

Pour chaque variété figurent simultanément les parcelles contaminées et les parcelles traités (fig. 4, 5, 6, 7).

Les remarques qui s'en dégagent sont les suivantes :

1° Toutes ces courbes présentent au voisinage du 9 juillet une dépression correspondant à l'échaudage physiologique dont nous avons déjà parlé.

Ce phénomène se superpose à celui que nous voulons mettre en évidence, mais il ne le masque pas. La part d'échaudage qui revient à la seule rouille noire est représentée par le décalage des courbes relatives aux parcelles contaminées et aux parcelles traitées.

Sur quatre variétés deux seulement montrent un tel décalage : *Hâtif de Wattines* et *Franc-Nord*. Il se produit à partir d'une certaine date qui correspond au seuil d'action de la rouille noire.

2° En partant des courbes de matière sèche, qui sont les plus précises, on peut évaluer l'échaudage pondéral subi par ces deux variétés.

Pour cela on utilisera les prélèvements des 20/7, 24/7, 5/8, puisque au 20 juillet les grains ont déjà atteint leur poids sec maximum.

Les poids frais théoriques sont calculés à partir des poids secs en admettant une humidité commerciale de 15 p. 100 pour un grain mur :

Franc-Nord : Poids en grammes de 25 grains :

Le 20 juillet : Traité : 1,385 ; Contaminé : 1,266 ; perte dûe à la rouille noire : 8,6 p. 100.

Le 24 juillet : Traité : 1,441 ; Contaminé : 1,314 ; perte = 10,4 p. 100.

Le 5 août : Traité : 1,379 ; Contaminé : 1,264 ; perte = 9,8 p. 100.

Hâtif de Wattines :

Le 20 juillet : Traité : 1,385 ; Contaminé : 1,166 ; perte = 18,6 p. 100.

Le 24 juillet : Traité : 1,450 ; Contaminé : 1,126 ; perte = 26,3 p. 100.

Le 5 août : Traité : 1,440 ; Contaminé : 1,096 ; perte = 28,1 p. 100.

Moyennes : *Franc-Nord* : 9,6 p. 100 ; *Hâtif de Wattines* : 24,3 p. 100.

Ces chiffres représentent une estimation, par échantillonnage, de la diminution de poids du grain à la suite d'une attaque de la plante par la rouille. Ils sont établis à partir de lots de 250 grains et ne peuvent être utilisés tels quels pour fixer la baisse de production. Pour estimer le plus valablement possible la chute de rendement, la méthode la plus directe consiste à peser la totalité des parcelles. C'est un tel essai réalisé la même année sur des variétés de printemps qui sera relaté au chapitre suivant.

3° L'échaudage apparent, observé avant passage à l'étuve, confirme les résultats précédents :

Pour le mettre en évidence on a classé les 80 lots prélevés le 24 juillet (10 épis pour chacune des 4 variétés contaminées et traitées), par ordre d'échaudage :

N° 1 le lot dont les grains sont les plus ridés.

N° 80 le lot dont les grains ont le mieux mûris.

On peut alors établir les « moyennes de rang » relatives aux 8 parcelles considérées.

Franc-Nord : Contaminé : 17,5 ; traité : 40,0.

Hybride 40 : Contaminé : 66,8 ; traité : 60,1.

Hâtif de Wattines : Contaminé : 16,7 ; traité : 55,1.

Hybride de Bersée : Contaminé : 36,3 ; traité : 31,8.

Il est visible, d'après ces chiffres que :

Hâtif de Wattines est très échaudé,

Franc-Nord est moyennement échaudé,

Hybride 40 et *Hybride de Bersée* ne sont pas échaudés.

Pour le prélèvement du 5 août des résultats analogues ont été trouvés.

Il y a donc accord entre les données de l'échaudage pondéral et celle de l'échaudage apparent. Ceci ne veut pas dire, pourtant, que la réduction du poids du grain dûe à la rouille noire soit toujours visible à l'aspect ridé de celui-ci. CHEVALIER (1953) signale que souvent cette maladie diminue seulement la taille du grain sans en altérer l'aspect.

d) **Relations entre le développement de la rouille et l'échaudage.** —

1° Il serait malaisé, même avec un nombre beaucoup plus grand d'observations, de situer exactement la date à laquelle bifurquent les courbes d'évolution des grains dans les parcelles contaminées et dans les parcelles traitées.

Il semble cependant, d'après les chiffres obtenus que cette date se situe au voisinage du 9 juillet, tant pour *Hâtif de Wattines* que pour *Franc-Nord*.

En se reportant aux courbes d'évolution de la rouille noire (fig. 3), si l'on admet que le seuil de sensibilité est peu différent d'une variété à l'autre et reste le même au cours de la période critique de formation du grain, on peut situer au voisinage de 1 la note à partir de laquelle l'échaudage commence à se faire sentir.

Quant à la gravité de l'échaudage, elle peut théoriquement dépendre :

— de la date à laquelle le seuil est atteint,

— de la vitesse de développement de la maladie à partir de ce seuil (pente des courbes fig. 2),

— de l'intensité finale atteinte lorsque la période critique est achevée,

— également de la résistance intrinsèque de la plante à l'échaudage ; cette résistance peut être variétale : en effet. pour une extension donnée de la maladie, telle variété peut être plus affectée que telle autre.

Les données dont nous disposons sont insuffisantes pour distinguer

parmi ces facteurs celui ou ceux qui sont responsables du fait que *Hâtif de Wattines* a échaudé plus que *Franc-Nord* et qu'*Hybride 40* ni *Hybride de Bersée* n'ont souffert.

Pour le savoir il faudrait disposer de résultats de contaminations échelonnées sur chaque variété. De telles recherches seront entreprises ultérieurement. Cet essai montre seulement que le développement de la rouille s'est fait avec la même vitesse sur *Franc-Nord* que sur *Hâtif de Wattines*, mais la maladie, ayant débuté plus tôt sur cette dernière variété, a atteint une intensité plus grande.

2) **Rôle joué par les différentes parties de la plante.**

Ce que nous venons de voir se rapportait à l'évolution de la rouille noire sur l'ensemble de la plante.

Or, au point de vue de l'échaudage, il n'est pas certain que tous les organes aient une part égale dans l'influence sur le développement du grain. A intensité de rouille analogue telle fraction de la plante sera peut-être responsable d'un échaudage plus grand que telle autre.

Boonstra (1929) a cherché à chiffrer cette participation en pesant les grains produits sur des tiges dont certaines graines ou certaines feuilles avaient été coupées en suivant, d'un groupe à un autre, une permutation circulaire adéquate.

A partir des données que nous avons, on peut utiliser une autre méthode qui consiste à établir les coefficients de corrélation entre :

— d'une part les notes de rouilles noire observées sur telle portion d'une tige contaminée, prélevée à une certaine date.

— d'autre part, ce que nous appelerons l'*échaudage pondéral estimé* relatif à cette tige, soit la différence entre le poids sec des grains de cette tige et le poids sec moyen des grains des 10 épis de la parcelle traitée correspondante.

En groupant les quatre variétés étudiées on a 40 individus dont les uns sont plus ou moins rouillés, les autres plus ou moins sains, soit 39 degrés de liberté.

Les chiffres suivants correspondent au prélèvement du 13 juillet, date à laquelle l'échaudage est déjà net et la fin de la période critique du grain pas encore atteinte :

Avant-dernière gaine (organe n° 6)	$R = + 0{,}20$
Avant-dernier entrenœud (n°4)	$R = + 0{,}21$
Gaine (n° 9)	$R = + 0{,}29$
Dernière gaine (n° 3)	$R = + 0{,}36$
Dernier entrenœud (n° 1)	$R = + 0{,}36$
Total des organes n° 3 + 6 + 9 + 1 + 4	$R = + 0{,}38$
Total : n° 3 + 1	$R = + 0{,}43$
Trois dernières gaines (n° 3 + 6 + 9)	$R = + 0{,}45$
Deux derniers entrenœuds (n° 1 + 4)	$R = + 0{,}45$
Le seuil de signification, avec une probabilité de 0,05, est	$R_0 = 0{,}30$

Les corrélations où interviennent la dernière gaine ou le dernier

entrenœud (seuls ou avec d'autres portions de la plante) sont donc significativement positives, mais identiques entre elles. Les autres ne sont pas significatives.

Ceci montre que le principal rôle, dans l'échaudage, est joué par la gaine foliaire terminale et le dernier entre-nœud, résultat en accord avec ceux de BOONSTRA (les dégâts sur épi seraient encore plus graves).

Or il se trouve que pratiquement, lorsqu'on évalue à l'œil le degré d'attaque d'une parcelle pour lui attribuer une note d'ensemble, on s'attache plus ou moins inconsciemment à regarder ces deux portions de la plante principalement.

Il semble donc que la note moyenne obtenue en pointant séparément le col de l'épi et la dernière gaine sur un certain nombre de tiges prises au hasard constitue une bonne estimation de l'importance physiologique de la maladie.

Une telle méthode de notation permet de suivre la progression de la rouille noire dans une parcelle de blé d'étendue quelconque. En l'utilisant plusieurs années sur un nombre assez grand de variétés, il serait possible de connaître l'influence variétale sur le rythme de développement de la maladie.

D'après des notations échelonnées faites à Versailles en 1950 et 1952 sur la collection des blés français, il avait semblé que sur certaines variétés sensibles la rouille noire avait un développement d'abord rapide, puis peu à peu amorti ; sur d'autres variétés de même précocité et de même sensibilité, l'évolution d'abord lente au contraire allait en s'accélérant dans la suite.

Ceci est important si l'on songe qu'il y a un seuil de gravité de la rouille noire qui entraîne l'échaudage, s'il est atteint avant la date de la fin du palier.

L'épidémie naturelle en 1953 ayant été moins violente qu'en 1950 ou 1952, les observations de cette année, sur la même collection, n'ont pas apporté la confirmation qu'on espérait de cette hypothèse. La question reste donc posée.

II. — APPRÉCIATION DE L'ÉCHAUDAGE DU A LA ROUILLE NOIRE SUR TROIS VARIÉTÉS DE BLÉS DE PRINTEMPS

a) **Matériel et méthode.** — L'essai réalisé avait pour but de chiffrer globalement les pertes de rendement dûes à *Puccinia graminis*.

La disposition adoptée était le split-plot à quatre répétitions, dans lequel chaque bloc était subdivisé en :

— une partie contaminée le 10 juin 1953 de la même manière que dans l'essai précédent,

— une partie traitée avec le fongicide déjà cité, le 15 juin et le 3 juillet.

Dans chacun de ces sous-blocs figuraient au hasard : *Thatcher* (résistant à la rouille noire), *Alex* et *Fylgia* (variétés sensibles). De plus trois lignes de *Thatcher* servaient d'écran entre les parcelles traitées et les parcelles contaminées.

Les parcelles élémentaires mesuraient 2,8 m² après détourage, soit 4 lignes de 3,5 m.

La rouille noire, apparue au début de juillet sur *Alex* et sur *Fylgia*, a été évaluée le 20 juillet et le 11 août sur chaque parcelle, par une note globale, de 0 à 5.

b) **Résultats.** — Le calcul de cet essai, pour le rendement, suivant la méthode d'analyse de la variance indique :

— un effet significatif au seuil de 5 p. 100 pour le traitement et l'interaction variété-traitement,

— un effet « variété » significatif au seuil de 1 p. 100 (Tableau III).

TABLEAU III

Tableau d'analyse de la variance

	Variation	Degrés de liberté	Variance	F	F Limite Seuil 5 %	F Limite Seuil 1 %	Signification
Effet bloc	35,816	3	11,939	1,93	9,28	29,4	NS
Effet traitement	77,066	1	77,066	12,5	10,1	34,1	S
Résiduelle partielle.....	18,548	3	6,183				
Effet variété	282,020	2	16,575	48,1	5,1	10,9	SS
Intéraction variété-traitement	33,150	2	33,150	5,63	5,1	10,9	S
Intéraction bloc variété.	46,615	6	7,769				
Résiduelle	14,716	6 (5)*	2,943				

* Correction de YATES pour une parcelle manquante.

TABLEAU IV

Rendements moyens en Qx/ha

	Alex		*Thatcher*		*Fylgia*	Moyenne par traitement
Traité	*29,13* →	S_{lim} ←	*31,72* →	S ←	*39.70*	*33,52*
	↓ S		↓ NS		↓ S	↓ S
Contaminé	*24,38* →	S ←	*31,22* →	S_{lim} ←	*32,81*	*29,42*
Moyenne par variété	*26,76* →	S ←	*31,47* ←	S ←	*36,76*	*31,50*

La chute de rendement est donc :

Pour *Thatcher* : non significativement différente de zéro.

Alex : 16,3 p. 100.

Fylgia : 17,4 p. 100.

Fylgia, variété plus productive normalement que *Thatcher*, ne dépassera pas le niveau de ce dernier en année de rouille noire. Par contre *Alex*, dans les conditions de l'essai, atteindra *Thatcher* les années sans rouille noire seulement.

On peut mettre en parallèle le rendement observé pour chaque parcelle d'une variété sensible avec l'intensité correspondante de la maladie.

En prenant pour celle-ci les notes attribuées le 20 juillet, date approximative de la fin du palier d'évolution du grain, on trouve :

Pour *Alex*, note moyenne sur parcelle, contaminée : 4 ; traitée : 1.

Coefficient de corrélation note-rendement :

R = — 0,95, significatif au seuil de 5 p. 100.

Pour *Fylgia*, note moyenne sur parcelle, contaminée : 3 à 3,5 ; traitée : 0,5 à 1.

Coefficient de corrélation note-rendement :

R = — 0,63, limite de signification au seuil de 5 p. 100.

CONCLUSION

Pour étudier le comportement physiologique de la plante adulte de blé en présence de rouille noire, on a analysé comparativement des parcelles plus ou moins atteintes, tous les autres facteurs restant les mêmes. Ces conditions ont été réalisées en pratiquant une contamination artificielle sur une partie du matériel et un traitement fongicide sur l'autre (on pourrait se limiter à ce dernier pour suivre l'extension d'une épidémie naturelle).

Si la température ne varie pas trop, le rythme d'évolution de la maladie suit une loi de croissance régulière. Il y a échaudage dès qu'un certain seuil de développement est atteint par le parasite, pourvu que la migration des réserves vers le grain ne soit pas encore achevée. Ici, contrairement au cas d'un coup de chaleur ou autre accident climatique temporaire, le déséquilibre du bilan d'eau du grain n'est pas réversible. En conséquence les courbes d'évolution du poids frais et du poids sec du grain divergent des courbes normales à partir de la date à laquelle le seuil d'action de la maladie est atteinte.

Il resterait à résoudre, en les sériant, les problèmes suivants : quelle est dans l'écart final entre ces courbes, c'est-à-dire dans la chute de rendement, la part qui revient :

— à la précocité de réalisation du seuil d'action de la maladie,

— à la vitesse d'évolution de celle-ci à partir du seuil,

— à la tolérance physiologique intrinseque de la variété à l'égard d'un agent d'échaudage.

D'autre part l'étude analytique du développement de l'attaque sur chaque portion de la plante montre qu'il est valable d'estimer la gravité de la rouille noire en ne la notant que sur la gaine de la dernière feuille et sur l'entrenœud qui précède l'épi, au moyen d'une échelle analogue à celle de DUCOMET et FOEX.

Ces diverses considérations permettront peut-être de connaître mieux les rapports physiologiques entre le parasite et l'hôte suivant les âges de la plante et suivant son génotype.

Enfin il doit être possible d'utiliser des techniques analogues pour étudier le mécanisme d'action des rouilles jaune ou brune ou encore de la verse, accidents qui agissent aussi de façon défavorable sur le développement du grain de blé.

BIBLIOGRAPHIE

BAILEY (D. L.) et GREANEY (F. J.). — Field experiments on the control of stem rust by sulphur dust. *Sc. Agr.*, **7**, 153-156, 1927.

BOONSTRA (A. E. H. R.). — Invloed van de verschillende assimileerende deelen op de korrelproductie bij wilhelminatarwe. *Med. van de Land. te Wageningen* (Nederland), **33**, 3, 1929.

CHEVALIER (R.). — Échaudage du blé et poids de 1 000 grains. *Ann. de l'Am. des Plantes*, **2**, 1953.

DUCOMET (V.) et FOEX (E.). — De l'appréciation de l'intensité des rouilles du Blé. *Bull. Ass. Int. Sel. de Pl. de G. Cult.*, **1**, 3, 1926.

GESLIN (H.) et JONARD (P.). — Maturation du Blé et climat. *Ann. de la nutrition et de l'Alim.*, Paris, 1948.

GOULDEN, NEATBY (K. W.) et GREANEY (F. V.). — Sulphur dusting for the prevention of stem rust of wheat. *Sc. Agr.*, **10**, 405-410 ; 1930.

LAMBERT et STAKMAN (E. L.). — Sulphur dusting for prevention of stem rust of wheat. *Phytopath.*, **19**, 631-643 ; 1929.

PETERSON (R. F.), CAMPBELL (A. B.), HAMAN (A. E.). — A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Can. Jour. of Res. C*, **26**, 496-500,; 1948.

VIENNOT-BOURGIN (G.). — Les champignons parasites des plantes cultivées. Masson et Cie ; 1949.

Le Directeur-Gérant : B. LACLAVIÈRE.

Imprimerie Bussière à Saint Amand (Cher), France. — 25-10-1954.

Dépôt légal : 4e trimestre 1954 *N° d'impression : 407*

CONTRIBUTION A LA SYSTÉMATIQUE DU GENRE LOLIUM

PAR

S. ESSAD

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des plantes
Versailles

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Classifications actuelles. Les caractères utilisés.
II. — Travaux génétiques et cytogénétiques.
III. — Buts poursuivis. Matériel et Techniques utilisés.
IV. — Étude de certains caractères quantitatifs.
V. — Analyse morphologique complémentaire.
VI. — Analyse caryologique.
VII. — Conclusions.
VIII. — Résumé.
Bibliographie.

I. — CLASSIFICATIONS ACTUELLES LES CARACTÈRES UTILISÉS

Parmi les Graminées le genre *Lolium* forme un groupe restreint où le nombre d'Espèces reconnues varie suivant les auteurs. La nécessité d'une mise au point des relations existant entre les divers types de ce genre ressort nettement d'une confrontation de quelques opinions autorisées. Les agronomes ont pratiquement résolu le problème en séparant nettement les types économiquement intéressants de ceux de faible rendement et *a fortiori* nuisibles comme l'est *L. Temulentum*. La sélection des types à intérêt économique a conduit à séparer nettement les types non alternatifs des types alternatifs, ceux-ci exigeant pour fleurir une photopériode critique assez courte et une période de vie à basse température ;

ce qui revient, du point de vue botanique à isoler un type *Multiflorum* d'un type *Perenne*. La catégorie intermédiaire, type *Italicum*, se trouve englobée dans le premier groupe.

Le point de vue de la phylogénie est cependant plus exigeant. En ce qui concerne le genre *Lolium*, les travaux réalisés à cet égard sont fragmentaires ou effectués par les botanistes dont les méthodes de travail sont subjectives et les distinctions quelquefois arbitraires : le principe de l'évolution parallèle, surtout dans un ensemble tel que les Graminées, met en évidence la possibilité de réalisation de caractères identiques par des organismes d'origines très différentes. La lumière ne pourra être faite qu'avec l'appui des méthodes cytogénétiques qui fournissent une base expérimentale naturelle, renforcées par une étude statistique précise des populations. Les résultats obtenus jusqu'ici sont très incomplets mais devraient cependant permettre d'éclaircir, au moins partiellement une situation qui se révèle assez confuse.

La confrontation des traités de botanique de HUSNOT, COSTE, ROUY et BONNIER permet de préciser l'état actuel du problème en faisant ressortir les obscurités des classifications établies.

ROUY, qui divise à l'extrême reconnaît 7 espèces distinctes dans le genre : *perenne* L. avec la sous-espèce *Italicum* Braun (1), *multiflorum* Lamk., *rigidum* Gaud., *strictum* Presl., *subulatum* Vis., *remotum* Schr. et *temulentum* L.

COSTE fait de *L. Italicum* une espèce distincte de *perenne* mais réunit comme synonymes *rigidum* Gaud, avec *strictum* Presl. et passe *subulatum* Vis. sous silence.

HUSNOT fait, lui aussi, de *rigidum* et de *strictum* une même espèce et rassemble avec *perenne* les sous-espèces *Italicum* et *multiflorum* ; de plus il fait de *subulatum* une simple variété de *temulentum*.

La classification de BONNIER analogue à celle de COSTE fait cependant de *remotum* une sous-espèce de *temulentum*. L'accord ne se fait donc que pour isoler comme espèces distinctes *L. perenne*, *L. rigidum* et *L. temulentum*. Les avis se partagent en ce qui concerne la valeur taxinomique de : *multiflorum* et *Italicum* qui peuvent être réunis entre eux et avec *perenne* ; et de *remotum* dont seul BONNIER fait une sous-espèce de *temulentum*. D'où possibilité de répartir les 6 types reconnus unanimement comme distincts (et qui seront seuls considérés dans la suite de ce travail) en 3 groupes qui comprennent :

1° *perenne, Italicum, multiflorum.*

2° *rigidum.*

3° *temulentum, remotum.*

Chacun de ces auteurs a établi sa propre clef dichotomique mais, les mêmes caractères sont utilisés dans chacune de ces classifications :

(1) A chaque type ne sera attribué qu'un seul des synonymes existants.

HUSNOT, 1896-99 :

°Vivace
+ jeunes feuilles pliées ; fl. mutiques..... *perenne*
+ jeunes feuilles enroulées ; fl. aristées Perenne ssp..... *Italicum*
°Annuelle
+ Glume ⩾ épillet ..... *temulentum*
+ Glume < épillet
— Glume un peu plus courte que l'épillet de 3-8 fl
Epillet oblongs lancéolés, fl. lancéolées ..... *rigidum*
Epillet obovés ; fl. oblongues ..... *remotum*
— Glume 1/2-1/4 épillet de 10-25 fl. Perenne ssp..... *multiflorum*

COSTE 1906 :

°Fleurs elliptiques oblongues,... ; caryopse épais ; annuelles
+ Glume ⩾ épillet,... ..... *temulentum*
+ Glume un peu plus courte que l'épillet ..... *remotum*
°Fleurs lancéolées, serrées et non renflées à la maturité...
+ Epillets mutiques souvent pauciflores ; glume < épillet.....
— Annuelle ; j. feuilles enroulées..... *rigidum*
— Vivace ; j. feuilles pliées ..... *perenne*
+ Epillets aristés, multiflores,... 2 à 3 fois > glume,...
— Bisannuelle ou pluriannuelle ; j. f. enroulées
Epillets de 5-12 fleurs, environ 2 fois > glume ..... *Italicum*
— Annuelle ; épillets de 10-25 fleurs et environ 3 fois > glume..... *multiflorum*

ROUY 1913 :

°Epill. losangés lancéolés, à fleurs lancéolées
+ Vivaces, rarement bisannuelles ou perennantes
— jeunes feuilles pliées ; fl. mutiques ..... *perenne*
— jeunes feuilles enroulées ; fl. aristées. Perenne ssp..... *Italicum*
+ Annuelles
— Epillets étroits, 10-25 flores ; glume = 1/2-1/3 épillet ; aristé..... *multiflorum*
— Epillets larges, 3-7 flores ; glume = 3/4-4/5 épillet ou plus grand..... *rigidum*
°Epill. obovales ou oblongs, à fl. ovales ou elliptiques ;... caryopse épais
+ Glume < épillet ..... *remotum*
+ Glume ⩾ épillet ..... *temulentum*

BONNIER 1944 :

°Glume > épillet ..... *temulentum*
°Glume < épillet
+ Annuelle
— Epillets ovales Temulentum ssp..... *remotum*
— Epillets allongés de 13-20 mm de long
Epillets de 4-9 fl. ; glume un peu plus courte que l'épillet..... *rigidum*
Epillet de 10-20 fl. ; glume = 1/4-1/2 épillet..... *multiflorum*
+ Vivace ; jeunes feuilles pliées ou enroulées..... *perenne*
+ jeunes feuilles enroulées ..... *Italicum*

Tous ces caractères distinctifs se ramènent à :

D_v : Durée de vie.

F_o : Forme des fleurs, épillets et caryopses.

G_l : Rapport longueur de glume sur longueur d'épillet.

A_r : Aristation.

N_f : Nombre de fleurs par épillet.

J : Disposition des jeunes feuilles dans leur gaine.

Les auteurs s'accordant sur les distinctions à faire entre les divers types reconnus, il est possible de résumer ces données sous forme de tableau (Tableau I).

TABLEAU I

	Perenne	Italicum	Multiflorum	Rigidum	Remotum
Temulentum.....	$D_vF_0G_1J$	$D_vF_0G_1$	$F_0G_1N_f$	F_0G_1	G_1
Remotum	D_vF_0J	D_vF_0	$F_0G_1N_f$	F_0	
Rigidum	D_vJ	D_vA_r	$G_1A_rN_f$		
Multiflorum	$D_vA_rN_fJ$	$D_vG_1N_f$			
Italicum	A_rJ				

Si l'on rapproche ce tableau des 3 groupes reconnus plus haut, il ressort que :

1° Le groupe 3 se distingue essentiellement par le caractère : Forme des fleurs, épillets et caryopses.

2° Aucun des 2 autres groupes ne s'individualise en bloc. Les caractères distinctifs utilisables varient avec les types confrontés qui doivent être caractérisés individuellement. La valeur taxinomique de ces 2 groupes qui comprennent : *perenne, Italicum, multiflorum* et *rigidum,* posés *a priori,* apparaît donc nettement amoindrie. Pour terminer cette analyse du travail de classification réalisé sur une base essentiellement morphologique il est utile de considérer les principaux caractères employés dans la description des espèces ou sous-espèces considérées. Les données réunies dans le tableau II condensent les observations des 4 flores analysées.

TABLEAU II

	Perenne	Italicum	Multiflorum	Rigidum	Remotum	Temulentum
Hauteur en cm.	10-60	30-100	40-120	15-60	30-80	50-100
Feuilles.....	linéaires lisses	plus larges un peu rudes	linéaires planes assez larges un peu rudes	linéaires planes lisses 2-6 mm larges	linéaires planes rudes 2-6 mm large	assez larges planes ± rudes 5-10 mm large
Gaines.....	—	—	—	± enflées	—	—
Épi (longueur en cm)	long largement linéaire	—	20-50 assez large très comprimé	allongé grêle raide lâche	assez long grêle lâche	allongé robuste raide
Nomb. de fleurs	3-10 (H, C.) 3-8 (R) 3-12 (B)	5-12	10-25 (H, C) 15-25 (R) 20-25 (B)	3-9 3-7 (R)	3-9	3-10
Glume/Épillet.	⩾ 1/2	1/2	1/4-1/2	⩾ 3/4	< 1	⩾ 1
Long. fleurs...	—	—	—	6-8	4-5	6-10
Glumelles.....	égales (H)	Sup. < Inf. (H, R)	—	—	—	Sup. déborde latéralement l'inf. (H)
Carène de Gne sup.....	Brièvement ciliée (H, R)	ciliée (H) Longt cil. (R)	—	—	—	—

R = ROUY ; C = COSTE ; B = BONNIER ; H = HUSNOT.

Donc accord en ce qui concerne les descriptions, mais divergences d'opinions pour ce qui est de la parenté des types décrits, c'est-à-dire de la valeur taxinomique des caractères distinctifs utilisés.

Ces caractères sont de 2 ordres :

a) Qualitatfs, les plus commodes d'emploi, sont ici peu nombreux : présence — absence de talles stériles, forme des fleurs-épillets-caryopses, aristation et disposition des jeunes feuilles dans leur gaine.

b) Quantitatifs, incomplètement décrits, imprécis, montrant de plus des variations peu tranchées entre espèces avec une fluctuation importante.

II. — TRAVAUX GÉNÉTIQUES ET CYTOGÉNÉTIQUES

Bibliographie

Les travaux réalisés à l'intérieur de ce genre sont relativement peu nombreux et ne permettent que d'éclaircir le problème de la parenté des 3 formes les plus communes : *L. perenne, L. Italicum* et *L. multiflorum*.

Le comportement génétique des caractères utilisés pour la distinction de ces trois types a été abordé en 1951 par J. Rebischung qui considère la disposition des jeunes feuilles à l'intérieur des gaines, le caractère présence-absence d'oreillettes utilisé par les botanistes agronomes et, dans un autre travail, l'aristation des glumelles inférieures. Il conclut à une transmission relativement simple (3 couples de gènes liés par des relations d'épistasie) et à une faible liaison génétique de ces caractères qui, avec les deux autres caractéristiques, largeur de feuilles et alternativité (c'est-à-dire possibilité d'épier l'année du semis, caractère lié à la durée de vie) ne présentent qu'une liaison statistique assez lâche. Il s'ensuit logiquement que « ... *L. perenne*,... *multiflorum* et *Italicum*... ne doivent pas être considérés comme des espèces, mais plutôt comme de simples formes extrêmes d'un même genre ».

Les travaux cytogénétiques réalisés jusqu'à ce jour tendent à supporter la même conclusion. En 1938, Jenkin et Thomas étudient le comportement des hybrides réalisés entre les six types de *Lolium* qu'ils reconnaissent : *perenne, Italicum, rigidum, loliaceum, remotum* et *temulentum*. De tous les hybrides F_1 obtenus, seuls *perenne* × *Italicum* et *perenne* × *rigidum* possèdent des étamines déhiscentes, *Italicum* × *rigidum* n'ayant pu être réalisé. Par ailleurs, l'hybride *temulentum* × *remotum* est le seul qui ne présente ni ponts de chromatine ni univalents en méiose. Cependant deux publications ultérieures réduisent énormément la portée de ces anomalies de méiose rencontrées chez les hybrides. Myers, 1941 (cité par Atwood, 1947) signale des univalents et des ponts d'inversions chez *L. perenne*, et Saura, 1951, affirme que les anomalies caryologiques qu'il a observées chez les hybrides *L. perenne* × *multiflorum* sont moins impor-

tantes que celles des parents *perenne*. Une seule plante de *multiflorum* a été étudiée qui présentait un comportement normal.

En ce qui concerne les relations existant entre *perenne* et *rigidum*, JENKIN, 1950, insiste sur la facilité des croisements et la fertilité des hybrides. Pour cet auteur il s'agit là de deux espèces issues d'un même ancêtre méditerranéen ; l'évolution se serait accomplie du Sud au Nord par mutations successives aboutissant au type *perenne*.

III. — BUTS POURSUIVIS MATÉRIEL ET TECHNIQUES UTILISÉS

Des caractères qualitatifs utilisés, la forme des fleurs-épillets-caryopses est d'une valeur incontestable et sépare à l'intérieur du genre *Lolium* deux groupes absolument distincts : l'un allogame comprenant *perenne*, *Italicum*, *multiflorum* et *rigidum*, l'autre autogame comprenant *temulentum* et *remotum*. Les autres caractères qualitatifs intervenant dans la seule distinction des espèces généralement reconnues à l'intérieur du groupe allogame sont : perennité, aristation, oreillettes et disposition des jeunes feuilles dans les gaines. Ils ne présentent aucune liaison réelle d'après les travaux de REBISCHUNG cités plus haut et ne peuvent donc être considérés comme caractères spécifiques tout au moins en ce qui concerne les 3 types apparentés *perenne*, *Italicum*, *rigidum* puisqu'il est possible de rencontrer dans la nature toutes les combinaisons de ces caractères.

A ces caractéristiques de morphologie externe peut s'ajouter la caractérisation morphologique des chromosomes somatiques qui vient aujourd'hui, dans la mesure où elle est rendue possible par un nombre chromosomique peu élevé, augmenter notre connaissance des espèces végétales. Elle s'intègre aux caractères spécifiques de la même façon que le nombre de chromosomes voici quelques décades. La découverte de l'action de certains corps chimiques, connus aujourd'hui sous le nom d'agents mitoclasiques, sur la division cellulaire (LEVAN, 1938-1939) et sur les chromosomes eux-mêmes (O'MARA, 1939) est à la base de cette analyse, par le moyen des techniques de préparation par écrasement (« squashes » des auteurs de langue anglaise). La constance spécifique de la morphologie des chromosomes, et éventuellement de leurs dimensions absolues pour une technique de préparation donnée, doit être admise au même titre que celle des nombres eux-mêmes. Dans le cadre d'une espèce, cette constance n'est pas absolue mais les variations de ces caractères sont rares et s'éliminent généralement, par le jeu de la sélection naturelle et de la ségrégation, les mutants subissant fréquemment soit une réduction de vigueur (polysomiques) soit une réduction de fertilité (polyploïdes, remaniements structuraux hétérozygotes). Lorsque ces mutations s'éta-

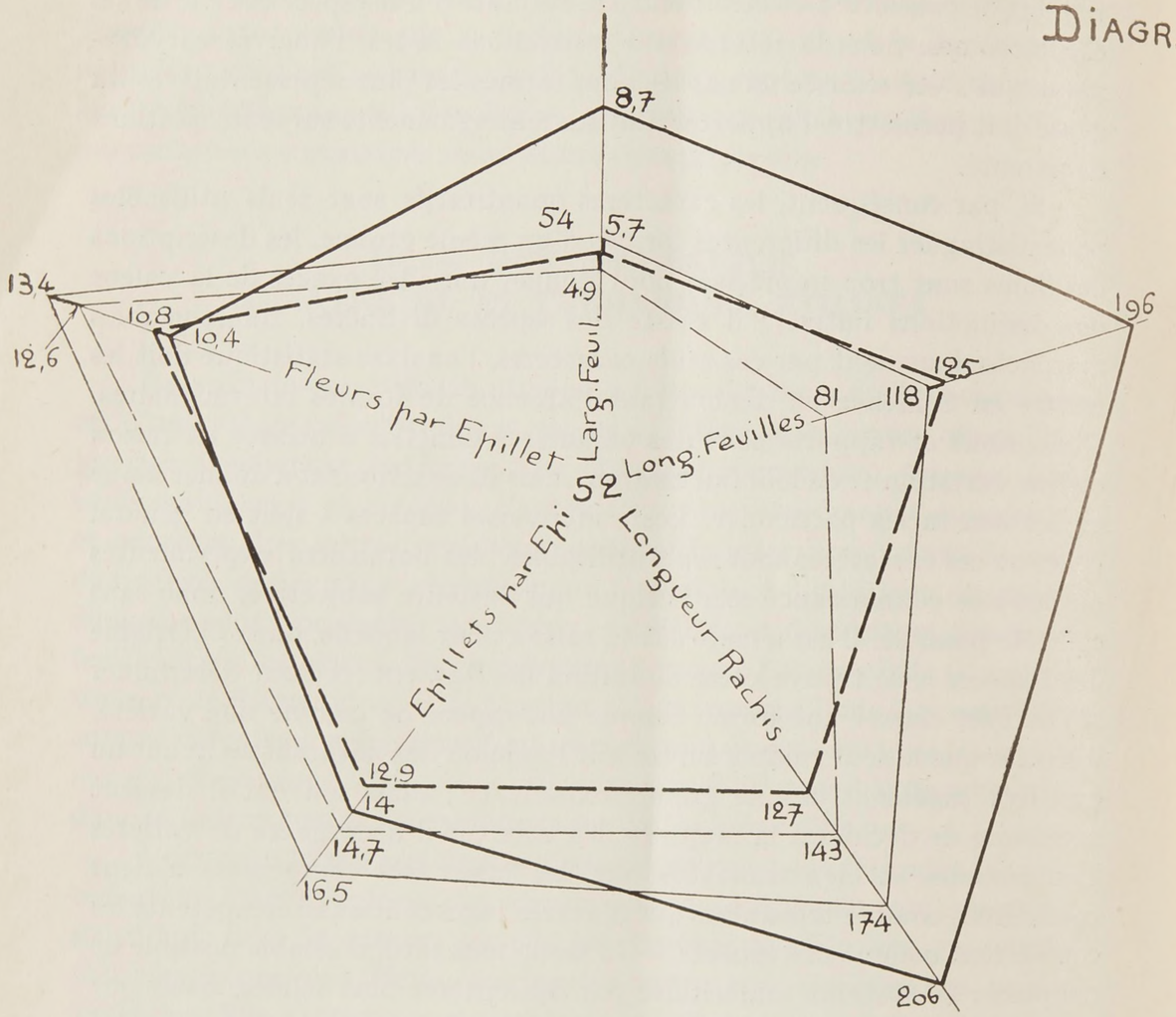
blissent dans une population, elles constituent un processus génétique d'isolement entraînant la création d'une nouvelle espèce. Il existe donc un rapport de causalité très étroit entre la stabilité d'une espèce et celle de ses chromosomes. Sous la réserve des restrictions faites, l'analyse caryotypique qui a été réalisée ici sur les cinq formes les plus représentatives du genre doit permettre d'apporter d'utiles renseignements sur leurs relations de parenté.

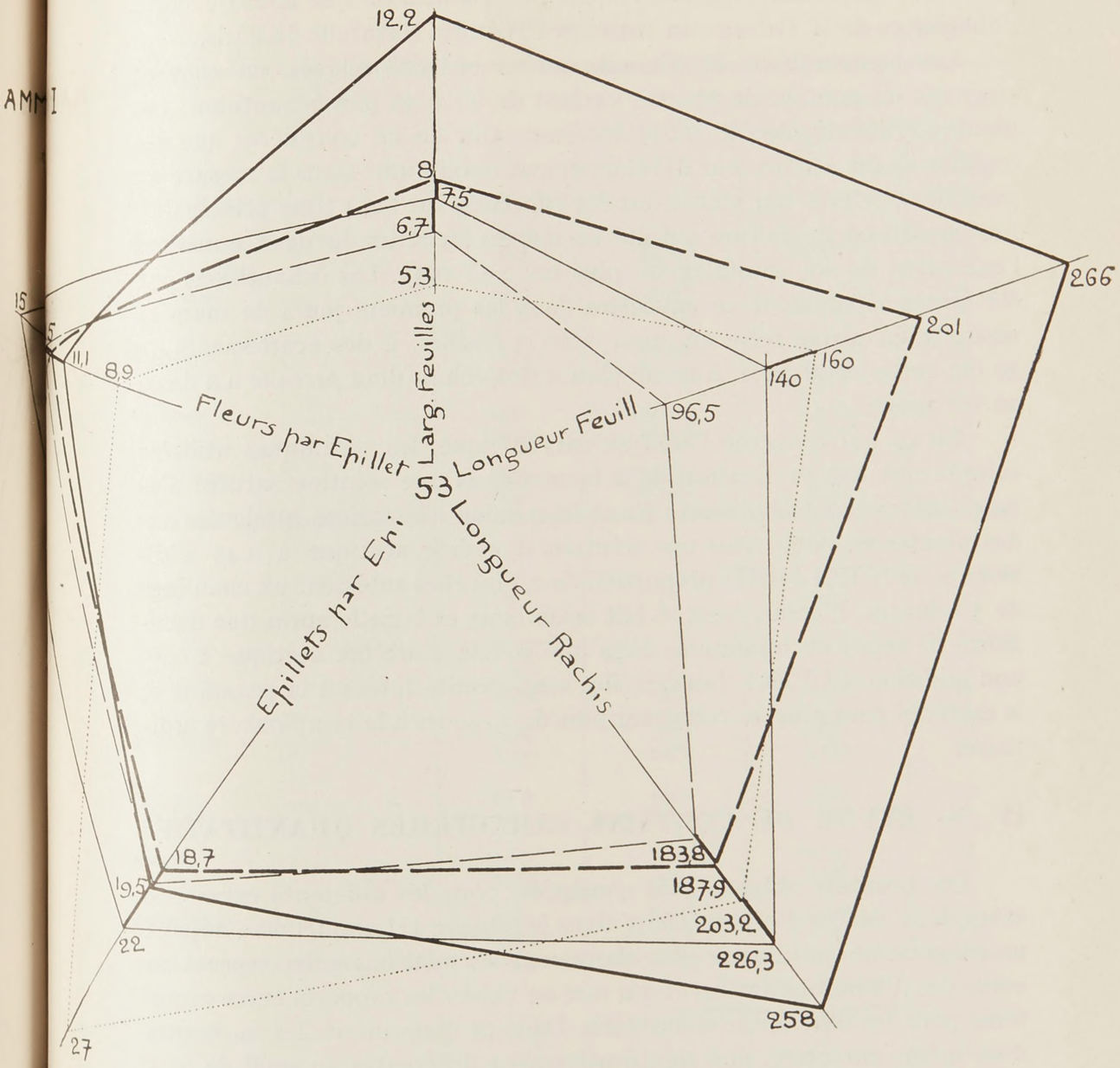
Si, par conséquent, les caractères quantitatifs sont seuls utilisables pour distinguer les différentes formes d'un même groupe, les descriptions des flores sont trop imprécises pour donner une idée exacte de la valeur des distinctions faites. S'il existe des espèces distinctes, différenciables morphologiquement par ces seuls caractères, l'analyse statistique doit les mettre en évidence en démontrant l'absence de formes intermédiaires. Dimensions et rapports sont des caractères difficiles à utiliser en raison de leur variation et de leur fluctuation, mais ils contribuent à donner à une espèce son faciès particulier. Les « mauvaises espèces » sont en général celles où ces caractères sont seuls utilisables ; les botanistes expérimentés en ont une connaissance synthétique qui demeure subjective, donc sans contrôle possible. C'est à coup sûr la raison pour laquelle, dans « l'Origine des Espèces », se trouve cette définition de DARWIN : « Pour déterminer si l'on doit classer une forme comme une espèce ou comme une variété, il semble que le seul guide à suivre soit l'opinion des naturalistes ayant un excellent jugement et une grande expérience ; mais souvent il devient nécessaire de décider à la majorité des voix car il n'est guère de variétés bien connues et bien tranchées que des juges très compétents n'aient considérées comme telles alors que d'autres juges tout aussi compétents les considèrent comme des espèces. » Un siècle plus tard, il semble possible de remplacer ce système majoritaire par des critères plus solides, basés sur des méthodes objectives : génétique et cytogénétique appuyées par les méthodes statistiques. Ce sont précisément ces dernières qui seront mises ici à contribution pour essayer de déterminer la valeur systématique de 5 caractères qui sont : longueur et largeur maxima du limbe de la dernière feuille culmaire, longueur de rachis et nombre d'épillets par épi et enfin le nombre de fleurs par épillet.

D'autres caractères, tels que longueur de gaine de la dernière feuille culmaire et longueur de glumes, n'ont pas été inclus dans ce travail en raison d'une insuffisance d'information. Le caractère longueur de glume relative à celle de l'épillet qui devra comprendre l'analyse génétique de ce caractère est l'objet d'un travail en cours de réalisation. Toutefois, d'après les observations actuellement relevées, ses fluctuations dans le groupe allogame sont très importantes et il ne pourrait être utilisé que comme caractère d'appoint.

Le matériel étudié comporte 5 échantillons représentant les 5 types

DIAGRAMM I





L. perenne

L. multiflorum

L. rigidum

L. remotum

L. temulentum

perenne, *multiflorum*, *rigidum*, *remotum* et *temulentum* que nous devons à l'obligeance de M. GUINET du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

Les mensurations et dénombrements ont été relevés, en 1952 et 1953 sur un nombre de plantes variant de 20 à 30 par échantillon, ces plantes ayant dépassé le stade floraison, afin de ne considérer que des organes ayant atteint leur développement maximum. Dans la mesure du possible, 4 relevés par plante ont été effectués, sur les 4 tiges principales. Les conditions de culture ont été les mêmes au cours des deux années, à l'exception du sol, sensiblement plus riche en 1953. Les échantillons ont été semés séparément en caissettes dans les premiers jours de mars et repiqués en pleine terre au stade 3 ou 4 feuilles, à des écartements de 30 cm entre les plantes. Aucune plante de l'échantillon *perenne* n'a fleuri en 1re année.

En ce qui concerne l'analyse caryologique, les techniques utilisées comportent une préfixation de 2 heures dans une solution saturée d'*α-mono-chloro-naphtalène* suivie d'une immersion des racines (prélevées sur des plantes en pots) dans une solution d'orcéine acétique à 0,45 additionnée de N.HCl dans la proportion de 0,1 où elles subissent un chauffage de 5 minutes. L'écrasement se fait entre lame et lamelle après une demi-heure de repos au minimum, dans une goutte d'orcéine acétique à 0,45 non additionnée d'HCl. Les lamelles sont ensuite lutées à la paraffine et le matériel peut ainsi se conserver plus de 10 jours à la température ordinaire.

IV. — ÉTUDE DE CERTAINS CARACTÈRES QUANTITATIFS

Les résultats obtenus sont consignés, pour les différents caractères et les deux années d'observations, dans le tableau III auquel on a adjoint un diagramme qui illustre plus clairement les relations entre espèces au cours des différentes années et qui met en valeur les rapports entre caractères pour les différents échantillons. Dans ce diagramme, les moyennes d'un même caractère, non significativement différentes au seuil de 0,05 ont été réunies par un trait épais.

Ce qui ressort en premier lieu est la grande variation d'une année sur l'autre de tous les caractères, y compris nombre de fleurs et d'épillets qui ont suivi l'accroissement global constaté en 2e année. Le tallage a suivi la même progression, de façon particulièrement nette chez *temulentum* et *remotum* où l'on notait généralement une seule tige en 1952 et au moins 2, souvent 3 en 1953. Si ces variations ne sont pas toujours significatives elles sont de l'ordre de grandeur des différences interspécifiques moyennes, ce qui suffit à enlever à ces caractères toute valeur d'utilisation systématique directe. Notons toutefois le hiatus important qui sépare les valeurs moyennes du nombre de fleurs par épillet entre *perenne* et *multiflorum*,

Tableau III

		Longueur Feuilles		
		$\bar{x}$	$s^2_{\bar{x}}$	n
Perenne	1952	—	—	—
	1953	159,850	119,824	25
Multiflorum	1952	117,618	63,538	23
	1953	139,953	220,757	28
Rigidum	1952	81,181	28,305	23
	1953	96,575	64,968	30
Remotum	1952	124,524	53,783	23
	1953	201,438	65,818	29
Temulentum	1952	195,553	53,949	20
	1953	266,210	47,638	29

		Largeur Feuilles		
		$\bar{x}$	$s^2_{\bar{x}}$	n
Perenne	1952	—	—	—
	1953	5,285	0,138	25
Multiflorum	1952	5,656	0,057	23
	1953	7,482	0,188	29
Rigidum	1952	4,901	0,035	23
	1953	6,659	0,095	30
Remotum	1952	5,361	0,032	23
	1953	8,000	0,028	29
Temulentum	1952	8,658	0,092	20
	1953	12,219	0,124	29

		Nombre d'Épillets		
		$\bar{x}$	$s^2_{\bar{x}}$	n
Perenne	1952	—	—	—
	1953	26,660	2,105	25
Multiflorum	1952	16,501	0,608	23
	1953	21,600	1,034	29
Rigidum	1952	14,741	0,365	23
	1953	19,347	0,884	30
Remotum	1952	12,945	0,120	23
	1953	18,714	0,341	28
Temulentum	1952	14,000	0,400	20
	1953	19,491	0,749	29

TABLEAU III (*suite*)

		Nombre de Fleurs		
		$\bar{x}$	$s^2_{\bar{x}}$	n
Perenne	1952	—	—	—
	1953	8,900	0,478	25
Multiflorum	1952	13,375	0,144	24
	1953	14,982	0,738	29
Rigidum	1952	12,600	0,277	23
	1953	12,538	0,615	30
Remotum	1952	10,782	0,059	23
	1953	11,807	0,037	29
Temulentum	1952	10,400	0,049	20
	1953	11,122	0,083	29

		Largeur de Rachis		
		$\bar{x}$	$s^2_{\bar{x}}$	n
Perenne	1952	—	—	—
	1953	203,190	112,597	25
Multiflorum	1952	174,158	48,179	23
	1953	226,284	166,169	29
Rigidum	1952	142,878	59,402	23
	1953	183,756	292,324	30
Remotum	1952	127,384	49,855	23
	1953	187,857	60,192	28
Temulentum	1952	206,500	58,497	20
	1953	258,368	48,816	29

mais la variation individuelle est telle que les courbes de dispersion obtenues pour ces deux formes se recouvrent largement et qu'à l'échelon individu, et non plus population, il n'existe aucune différence significative. Il en est de même pour tous les caractères : la variation rencontrée à l'intérieur des échantillons est en effet extrêmement forte et déborde largement les limites qu'on pourrait fixer à des caractères ayant valeur systématique, étant donnée l'amplitude de variation constatée pour tout le groupe. Un autre trait remarquable de ces variances est l'importance de leur variation suivant les années pour des répétitions que l'on peut considérer comme étant génétiquement semblables d'une année à l'autre. Outre la richesse du sol, la quantité d'eau mise à la disposition des plantes a été beaucoup plus favorable à leur développement optimum en 1953 qu'en 1952. L'explication de cet accroissement de la variabilité en 1953 pourrait résider dans le fait que les plantes y ont pu exprimer pleinement leurs

potentialités héréditaires qui se seraient au contraire trouvées nivelées en 1952, cette hypothèse se trouvant appuyée par le sens de variation des moyennes relevées pour ces 2 années. A titre d'information, il est joint le tableau IV d'analyse de variances pour 1953.

TABLEAU IV

Analyse de la Variance

	Perenne	Multiflorum	Rigidum	Remotum	Temulentum
Longueur feuilles:					
x	159,85	139,953	96,575	201,438	266,21
s^2 entre plantes.	2995,592	6401,942	1949,035	1908,71	1381,516
s^2 aléatoire	355,294	455,377	107,645	743,785	715,428
F	8,43 (S)	14,058 (S)	18,106 (S)	2,566 (S)	1,931 (S)
Largeur feuilles:					
x	5,285	7,482	6,659	8,0	12,219
s^2 entre plantes.	3,301	5,448	2,852	0,803	3,605
s^2 aléatoire	0,220	6,584	0,621	0,793	4,044
F	15,03 (S)	1,208 (NS)	4,592 (S)	1,012 (NS)	1,121 (NS)
Longueur Rachis:					
x	203,190	226,284	183,756	187,857	258,368
s^2 entre plantes.	2814,918	4818,894	8769,732	1685,383	1415,659
s^2 aléatoire	98,563	327,945	207,599	244,107	1190,107
F	28,56 (S)	14,69 (S)	42,24 (S)	6,90 (S)	1,189 (NS)
Nombre d'Epillets:					
x	26,660	21,600	19,347	18,714	19,491
s^2 entre plantes.	52,632	29,992	26,527	9,545	21,714
s^2 aléatoire	2,400	9,462	3,179	4,500	4,800
F	21,93 (S)	3,17 (S)	8,34 (S)	2,12 (S)	4,52 (S)
Fleurs par Epillet:					
x	8,900	14,982	12,538	11,807	11,122
s^2 entre plantes.	11,95	21,393	18,461	1,085	2,398
s^2 aléatoire	0,893	0,627	0,326	0,660	0,196
F	13,37 (S)	34,11 (S)	56,6 (S)	1,643 (NS)	12,23 (S)

Par contre, les rapports qu'il est possible d'établir entre ces caractères se révèlent d'une grande constance :

Rapports bruts

	Perenne		Multiflorum		Rigidum		Remotum		Temulentum	
	52	53	52	53	52	53	52	53	52	53
Long./larg. feuilles.		30,2	20,6	18,7	16,5	14,5	23,1	25,2	22,5	21,8
Nombre épillets/longueur rachis		0,131	0,095	0,095	0,103	0,105	0,102	0,099	0,068	0,075
Long. feuilles/long. rachis		0,787	0,675	0,618	0,568	0,526	0,978	1,072	0,947	1,030

La densité des épis et le rapport longueur de feuilles sur longueur de rachis sont extrêmement constants d'une année à l'autre alors que le rapport des dimensions de feuilles varie plus largement. Par ailleurs la

corrélation de ces caractères dans les populations est relativement grande : les valeurs de r pour les caractères longueur de rachis et longueur de la dernière feuille culmaire oscillent entre 0,5 et 0,6, toutes valeurs très fortes et plus régulières entre groupes que celles obtenues pour les caractères longueur de rachis et nombre d'épillets par épi où r varie de 0,26 pour *perenne* à 0,86 pour *temulentum*, les valeurs intermédiaires étant 0,49 pour *multiflorum*, 0,62 pour *rigidum* et 0,69 pour *remotum*. Les caractères longueur et largeur de feuilles sont eux aussi liés très étroitement : toutes les valeurs de r se groupent de manière homogène autour de 0,7.

S'il est possible de séparer nettement et d'une manière généralisable les 5 populations étudiées ici, à partir des 5 caractères quantitatifs analysés ce sera à partir des rapports dont nous venons de voir la constance relative. En outre, si un quelconque de ces rapports permet d'établir une telle distinction, ce sera vrai *a fortiori* de la fonction discriminante de Fisher utilisant tous les caractères en cause. Cette fonction discriminante groupant plusieurs caractères a pour objet de rendre maxima la variation entre groupes par rapport à la variation existant à l'intérieur des groupes. Il sera nécessaire de travailler sur les logarithmes des nombres de départ pour obtenir un rapport puisque cette fonction est de la forme $X = b_A A + b_B B + b_C C + \ldots$ où A, B, C... sont les valeurs des caractères A, B, C... et b_A, b_B, b_C... sont les coefficients de ces valeurs. On obtiendra en fait une fonction qui attribue à chaque caractère un coefficient proportionnel à son importance taxinomique (1). La recherche de la meilleure fonction discriminante possible à partir des 5 caractères étudiés a conduit à éliminer le caractère longueur du rachis. L'analyse de variance et de covariance des 4 caractères restants, qui sont : longueur de feuille L, largeur de feuille 1, nombre d'épillets par épi E, nombre de fleurs par épillet F, établie sur les seules observations de 1953, est donnée au tableau V.

Après établissement du déterminant obtenu à partir des 4 équations :

$$\begin{array}{l} b_L(N_{LL} - \emptyset n_{LL}) + b_1(N_{L1} - \emptyset n_{L1}) + b_E(N_{LE} - \emptyset n_{LE}) + b_F(N_{LF} - \emptyset n_{LF}) = 0 \\ b_L(N_{L1} - \emptyset n_{L1}) + b_1(N_{11} - \emptyset n_{11}) + b_E(N_{1E} - \emptyset n_{1E}) + b_F(N_{1F} - \emptyset n_{1F}) = 0 \\ b_L(N_{LE} - \emptyset n_{LE}) + b_1(N_{1E} - \emptyset n_{1E}) + b_E(N_{EE} - \emptyset n_{EE}) + b_F(N_{EF} - \emptyset n_{EF}) = 0 \\ b_L(N_{LF} - \emptyset n_{LF}) + b_1(N_{1F} - \emptyset n_{1F}) + b_E(N_{EF} - \emptyset n_{EF}) + b_F(N_{FF} - \emptyset n_{FF}) = 0 \end{array}$$

où N_{LL}, N_{Ll}, etc... sont la somme des carrés totale de L, somme des produits croisés de L et l, etc... où les n correspondent aux sommes de carrés ou de produits croisés entre espèces et Φ un paramètre à estimer, on obtient une valeur de $\Phi = 1{,}156$ qui permet, par résolution des équations ci-dessus, d'obtenir les valeurs relatives des 4 coefficients cherchés. On arrive ainsi à la fonction approchée :

$$\boxed{X = 1{,}25\ L + 0{,}5\ l - E - F}$$

dont l'analyse de variance se trouve jointe au tableau V.

(1) Cette fonction a été établie d'après les données de K. Mather et grâce à la compétence de J. Arnoux de la Station Centrale de Zoologie Agricole que nous tenons à remercier tout particulièrement.

TABLEAU V

Origine de la variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	S²	Somme des carrés	S²	Somme des carrés	S²	Somme des carrés	S²
Entre espèces	4	3,36579	0,84144	1,32621	0,33155	0,39921	0,09980	0,70525	0,17631
Dans les espèces	131	1,04706	0,00799	1,05655	0,00807	0,66153	0,00504	0,52044	0,00397
Total	135	4,41285	F = 105,31	2,38276	F = 41,08	1,06073	F = 19,00	1,22569	F = 44,41
		Longueur feuilles LL		Largeur feuilles II		Nombre d'épillets EE		Nombre de fleurs FF	

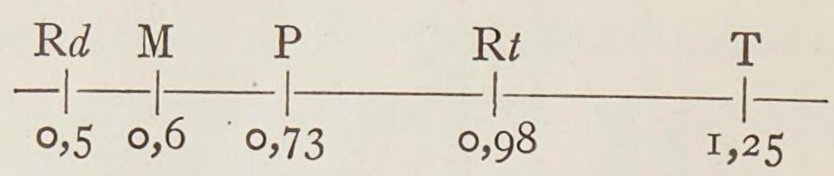
Somme des produits	W	Somme des produits	W	Somme des produits	W	Somme des produits	W
+ 1,80385	+ 0,45100	— 0,13977	— 0,03494	— 0,50028	— 0,12507	— 0,53580	— 0,13395
+ 0,45202	+ 0,00345	+ 0,39428	+ 0,00301	+ 0,24857	+ 0,00190	+ 0,37864	+ 0,00289
+ 2,25587	—	+ 0,25451	—	— 0,25171	—	— 0,15716	—
LI		LE		LF		IE	

Somme des produits	W	Somme des produits	W
+ 0,23124	+ 0,05781	— 0,28374	— 0,07093
+ 0,22961	+ 0,00175	+ 0,10274	+ 0,00078
+ 0,46085	—	— 0,18100	—
IF		EF	

Somme des carrés	S²
10,28707	2,57177
1,63726	0,01250
11,92433	F = 205,742
X = 1,25 L + 0,5 I — E — F	

Le calcul de X à partir des valeurs moyennes obtenues pour chaque espèce donne les valeurs suivantes :

perenne . . .	0,734
multiflorum	0,596
rigidum . . .	0,495
remotum . . .	0,984
temulentum	1,247



$$s_x^2 = 0{,}0125 \qquad s_x = 0{,}1118$$

La plus petite différence significative entre les moyennes de deux échantillons dont on veut pouvoir distinguer les individus avec une probabilité de 0,05 est égale à 4 σ, soit ici 4 $s_x = 0{,}4472$. On voit qu'ici seuls se distinguent *rigidum* et *multiflorum* de *temulentum* d'une part, et *rigidum* de *remotum* d'autre part. Toutes les moyennes sont cependant significativement différentes les unes des autres : si $\Delta = X_i - X_j$, avec pour nombre d'observations la moyenne harmonique du nombre d'observations dans chaque classe,

$$s_\Delta^2 = 2 \times \frac{0{,}0125}{25} = 0{,}001$$

$$s_\Delta = 0{,}032$$

La plus petite différence significative, au seuil de 0,05 entre 2 valeurs de X calculées sur les moyennes d'échantillons $\Delta_{0,05} = 0{,}063$.

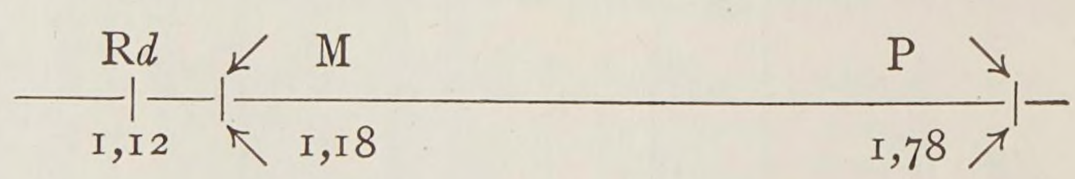
Si l'on reprend le calcul précédent en l'appliquant aux seules données du groupe allogame on obtient une fonction

$$\boxed{X = L - 1{,}8\ l + E - 0{,}6\ F}$$

$$4\ s_x = 0{,}48 \qquad \Delta_{0,05} = 0{,}066$$

et les valeurs obtenues sont :

perenne. . . .	1,784
multiflorum	1,185
rigidum . . .	1,121



Les moyennes de *multiflorum* et de *rigidum* sont à la limite du seuil de signification, par contre il est possible d'isoler de ces deux types une plante de *perenne* avec une chance d'erreur extrêmement faible (Tableau VI).

A la suite de ces résultats une dernière tentative a été faite pour trouver une fonction permettant de distinguer *multiflorum* de *rigidum*. Les détails de l'analyse de variances sont donnés au tableau VII. Cette fonction :

$$\boxed{X = L - 0{,}5\ l + 0{,}4\ E + 1{,}8\ F}$$

$$4\ s_x = 0{,}785 \qquad \Delta_{0,05} = 0{,}103$$

TABLEAU VI

Origine de la variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	S²	Somme des carrés	S²	Somme des carrés	S²	Somme des carrés	S²
Entre espèces	2	0,75369	0,37684	0,24536	0,12268	0,26172	0,13086	0,68457	0,34228
Dans les espèces	78	0,87354	0,01120	0,34073	0,00437	0,33123	0,00425	0,44239	0,00567
Total	80	1,62723	F = 33,6	0,58609	F = 28,1	0,59295	F = 30,8	1,12696	F = 60,4
		LL		II		EE		FF	

Somme des produits	W	Somme des produits	W	Somme des produits	W	Somme des produits	W
— 0,15867	— 0,07933	+ 0,40424	+ 0,20212	— 0,29429	— 0,14714	— 0,18181	— 0,09090
+ 0,35526	+ 0,00455	+ 0,25372	+ 0,00325	+ 0,20818	+ 0,00267	+ 0,17961	+ 0,00230
+ 0,19658	—	+ 0,65796	—	— 0,08611	—	— 0,00220	—
LI		LE		LF		IE	

Somme des produits	W	Somme des produits	W	Somme des carrés	S²
+ 0,40944	+ 0,20472	— 0,31629	— 0,15814	5,70812	2,85405
+ 0,17524	+ 0,00224	+ 0,04523	+ 0,00058	1,12433	0,01441
+ 0,58468	—	— 0,27106	—	6,83245	F = 198
IF		EF		X = L — 1,8 I + E — 0,6 F	

Tableau VII

Origine de la variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	S²	Somme des carrés	S²	Somme des carrés	S²	Somme des carrés	S²
Entre espèces	1	0,36861	0,36861	0,04051	0,04051	0,03123	0,03123	0,09146	0,09146
Dans les espèces	54	0,70084	0,01298	0,22806	0,00422	0,24535	0,00454	0,27385	0,0051
Total	55	1,06945	F = 28,40	0,26857	F = 9,61	0,27658	F = 6,86	0,36531	F = 18,03
		Longueur feuilles LL		Largeur feuilles II		Nombre épillets EE		Nombre fleurs FF	

Somme des produits	W	Somme des produits	W	Somme des produits	W	Somme des produits	W
+ 0,12219 + 0,29568 + 0,41787	+ 0,12219 + 0,00547 —	+ 0,10728 + 0,24715 + 0,35443	+ 0,10728 + 0,00457 —	+ 0,18361 + 0,18370 + 0,36731	+ 0,18361 + 0,00340 —	+ 0,03557 + 0,14123 + 0,17680	+ 0,03557 + 0,00262 —
LI		LE		LF		IE	

Somme des produits	W	Somme des produits	W
+ 0,06087 + 0,10304 + 0,16391	+ 0,06087 + 0,00191 —	+ 0,05344 + 0,05264 + 0,10608	+ 0,05344 + 0,00097 —
IF		EF	

Somme des carrés	S²
1,257854 2,081583	1,257854 0,038547
3,339437	F = 32,63

$X = L - 0{,}5\ I + 0{,}4\ E + 1{,}8\ F$

Les valeurs obtenues sont 4,329 pour *multiflorum* ; 4,032 pour *rigidum*, l'écart des moyennes est significatif, mais ici encore, au seuil de 0,05 il est impossible de distinguer entre elles deux plantes appartenant à chacune de ces deux populations.

Pour le groupe autogame seul on obtient la fonction discriminante :

$$X = L - 3{,}4\,l + 1{,}3\,(E + F)$$

$$4\,s_x = 0{,}772 \qquad \Delta_{0,05} = 0{,}073$$

Avec les 2 moyennes obtenues : *temulentum* 1, 745, *remotum* 2,266 on se retrouve exactement dans le cas des 2 formes *multiflorum* et *rigidum*. Les détails de l'analyse de variance sont donnés au tableau VIII.

V. — ANALYSE MORPHOLOGIQUE COMPLÉMENTAIRE

La recherche de caractères systématiques complémentaires a été entreprise sur les populations annuelles représentées dans l'échantillonnage étudié. Les caractères suivants ont été relevés :

1. Présence-absence d'épines sur la tige.
2. Forme de la section transversale de l'avant-dernier article du rachis.
3. Présence-absence de pédoncule à la base des épillets.
4. Forme des baguettes.
5. Longueur relative des glumelles supérieures et inférieures.
6. Existence de glumes supplémentaires (supérieures).
7. Présence-absence d'oreillettes.
8. Aristation des glumelles inférieures.

Aucun de ces caractères ne présente de valeur absolue et n'est donc taxinomiquement utilisable.

L'existence de glumes supérieures qui n'avait été signalée jusqu'ici que chez *temulentum*, se vérifie en fait dans tous les échantillons observés.

La forme des baguettes, analysée en détail, a été ramenée finalement à leur symétrie par rapport à un axe transversal, ce qui permet une distinction au moins statistique entre les formes allogames et autogames.

La fleur de base des épillets possède aussi parfois une baguette nette qui isole l'épillet du rachis. Ce pédoncule existe toujours chez *temulentum*, rarement ou exceptionnellement chez *multiflorum* et *rigidum*, environ une fois sur deux chez *remotum*.

L'avant-dernier article du rachis peut présenter une section nettement quadrangulaire ou au contraire ne posséder que deux angles vifs. Ces caractères ont été représentés respectivement par les chiffres 4 et 2 dans le tableau ci-dessous qui résume les observations faites pour tous ces caractères.

Tableau VIII

Origine de la variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	S^2	Somme des carrés	S^2	Somme des carrés	S^2	Somme des carrés	S^2
Entre espèces	1	0,21622	0,21622	0,47116	0,47116	0,00271	0,00271	0,01773	0,01773
Dans les espèces	52	0,17352	0,00334	0,19834	0,00381	0,33030	0,00635	0,07806	0,00150
Total	53	0,38974	F = 64,8	0,66950	F = 123,5	0,33301	F = 0,43	,09579	F = 11,8
		LL		II		EE		FF	

Somme des produits	W	Somme des produits	W	Somme des produits	W	Somme des produits	W
+ 0,31918	+ 0,31918	+ 0,02422	+ 0,02422	— 0,04670	— 0,04670	+ 0,03577	+ 0,03577
+ 0,09676	+ 0,00186	+ 0,14056	+ 0,00270	+ 0,04039	+ 0,00077	+ 0,19903	+ 0,00382
+ 0,41594	—	+ 0,16478	—	— 0,00631	—	+ 0,23480	—
LI		LE		LF		IE	

Somme des produits	W	Somme des produits	W
— 0,06894	— 0,06894	— 0,00522	— 0,00522
+ 0,05437	+ 0,00104	+ 0,05750	+ 0,00110
— 0,01457	—	+ 0,05228	—
IF		EF	

Somme des carrés	S^2
3,60630	3,60630
1,94609	0,03742
5,55239	F = 96,4

$X = L - 3{,}4\ I + 1{,}3\ (E + F)$

La longueur relative des glumelles, étudiée chez *multiflorum* et *rigidum* varie, non seulement entre plantes d'une même population mais encore fréquemment dans le même épillet. Quant au caractère présence-absence d'épines sur la portion de tige qui soutient immédiatement l'épi, on a seulement pu constater qu'aucune plante de l'échantillon *temulentum* ne possède de tige lisse.

	Rachis		Épillets		Baguette		Glumes sup.		Aristation		Oreillettes	
	2	4	Ped.	Ses.	Sym	Asym	Abs.	Prés	+	—	+	—
Multiflorum	1	22	4	19	6	16	14	9	21	8	18	6
Rigidum	0	28	1	26	1	26	10	17	2	28	20	4
Remotum	25	3	15	18	28	1	13	20	24	4	20	3
Temulentum.....	2	27	29	0	29	0	0	29	29	0	29	0

Ce tableau met en évidence le parallélisme qui existe entre les deux échantillons étudiés de *multiflorum* et *rigidum* ; l'homogénéité de *temulentum* et sa fréquente opposition avec *remotum*. Un seul caractère distingue assez bien les deux groupes allogame et autogame et qui est la forme de la baguette. Pour tous les autres caractères, soit *remotum* soit *temulentum* possédent une distribution voisine de celle des types allogames.

Un caractère toutefois distingue les deux populations *multiflorum* et *rigidum* : l'aristation des glumelles inférieures qui est fréquente chez la première, rare chez la seconde. Ces deux populations se distinguent aussi par un autre caractère difficile à préciser : les fleurs des caryopses de *rigidum* sont généralement et distinctement plus plats que ceux de *multiflorum*. Cependant, ici encore, une fluctuation importante se révèle qui supprime toute possibilité de distinction nettement tranchée.

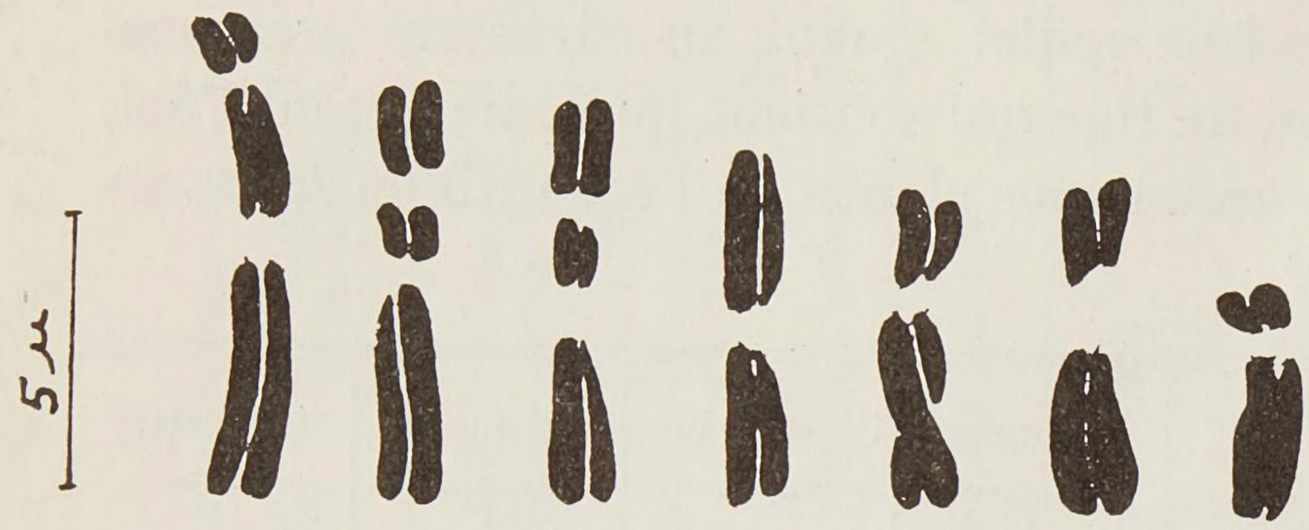
Nous ajouterons enfin les observations réalisées sur *perenne* pour l'aristation et l'existence d'oreillettes. D'après les descriptions classiques cette espèce ne possède ni aristation ni oreillettes nettes, or, sur 25 plantes cet échantillon possède une plante aristée et 22 plantes possédant des oreillettes nettement distinctes.

VI. — ANALYSE CARYOLOGIQUE

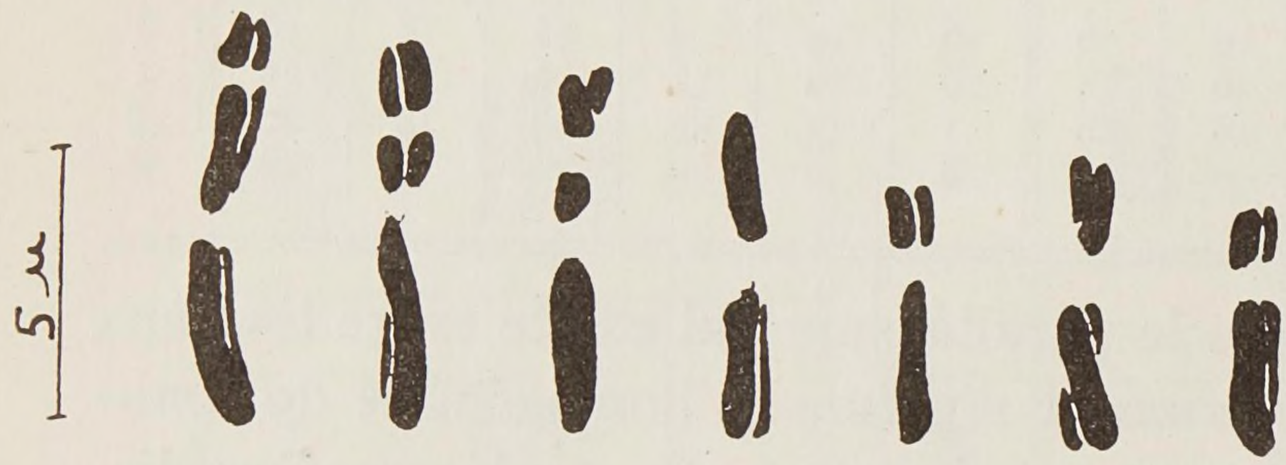
Les 5 échantillons étudiés ici, tous à $2n = 14$, sont caractérisables par leur seul caryotype (Planche I). Tous ces caryotypes représentant le stock haploïde ont en commun 3 chromosomes à double contriction, numérotés I, II, III, un grand symétrique IV, un légèrement asymétrique VI, le plus petit, VII, étant nettement dissymétrique.

Le chromosome V possède un grand bras plus long que ceux de IV

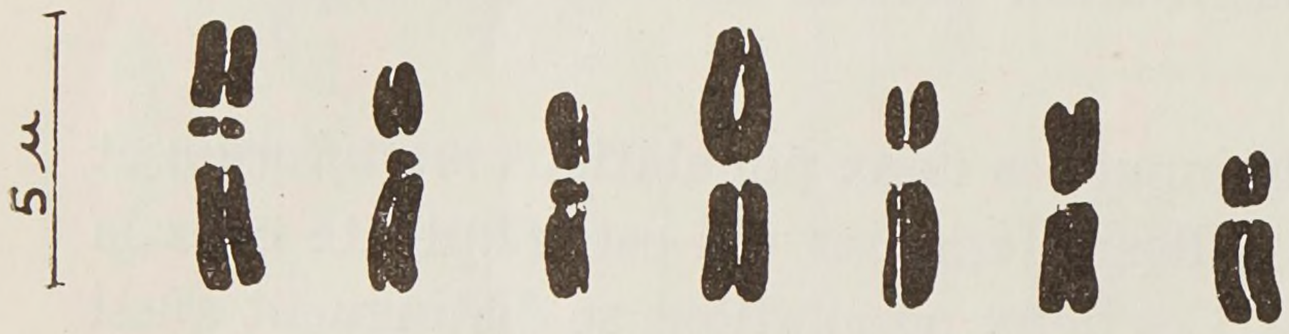
PLANCHE I.



L. temulentum L.



L. remotum Schr.



L. perenne L.

L. multiflorum Lamk.

L. rigidum Gaud.

chez *temulentum* et *remotum*, sensiblement égal chez *perenne*, *multiflorum*, *rigidum* et, chez tous, plus long que le grand bras de VI. Ce chromosome V est toujours asymétrique mais chez *rigidum* le bras court atteint presque la longueur de l'autre bras, et, dans toutes les cellules d'une des plantes étudiées, présentait une constriction secondaire nette. L'explication de cette anomalie, peut-être d'origine génique, n'a pu être tentée en raison de la disparition accidentelle de la plante. Chez *temulentum* et *remotum*, une constriction secondaire subterminale donne à I un corps médian dont les dimensions sont doubles de celles du satellite, alors que ce corps médian est sub-sphérique chez *perenne*, *multiflorum* et *rigidum*, de même que chez II et III dans les 5 formes du genre. L'observation des nucléoles, réalisée sur coupes après coloration double avec safranine-picro-bleu d'aniline (JOHANSEN) supporte l'hypothèse suivante : si, d'après les travaux de divers auteurs, l'organisateur de nucléole est situé au niveau d'une constriction secondaire, une des 3 paires de chromosomes à double constriction est sans rapport avec l'organisation nucléolaire de la cellule ce qui confirme l'observation de MYERS, 1944. Il est nécessaire de signaler ici que la 2e constriction de III n'est pas toujours très nette, par rapport tout au moins à celle des paires I et II. Ces caryotypes présentent des différences de dimensions qui permettent d'isoler nettement les chromosomes de *perenne* dont la petite taille permet seule par ailleurs la distinction avec *multiflorum*. Les chromosomes de *remotum* sont aussi légèrement plus petits, plus grêles que ceux de *temulentum*, leurs deux caryotypes étant par ailleurs identiques. Il ne semble pas que ces différences dimensionnelles puissent être rapprochées des mensurations réalisées sur le phénotype dans une autre partie de ce travail (Cf. FAVORSKII).

Un *rigidum* trisomique pour le chromosome VI a aussi été décelé.

VII. — DISCUSSION ET CONCLUSIONS

L'étude de la systématique du genre *Lolium* réalisée comparativement dans quatre flores différentes met en évidence le désaccord des auteurs quant à la valeur taxinomique à attribuer à certaines formes du genre. L'étude génétique des caractères qualitatifs litigieux a conduit REBISCHUNG (1951-52) à refuser la valeur d'espèces distinctes à *perenne*, *Italicum* et *multiflorum*. Outre les travaux de JENKIN et THOMAS, 1938, qui apportent des éléments solides au problème, les observations cytologiques de SAURA, 1951, sur *perenne* et *multiflorum* tendent à une conclusion analogue à celle formulée explicitement par REBISCHUNG.

L'analyse caryologique réalisée au cours de ce travail apporte de son côté des précisions intéressantes. Par le seul chromosome I (position de la constriction secondaire par rapport au centromètre et longueur totale relative à celle du chromosome IV) deux groupes distincts sont repé-

rables qui correspondent aux deux types, allogame et autogame. Dans ces deux groupes, *perenne* et *multiflorum* d'une part, *temulentum* et *remotum* d'autre part ne diffèrent que par la taille des chromosomes, la différence étant surtout marquée pour *perenne* dont le caryotype est rendu caractéristique par sa petite taille, le chromosome IV qui en est le plus grand ne dépassant guère 5 μ. *Lolium rigidum* s'individualise par la symétrie de son chromosome V qui possède deux grands bras, son caryotype étant par ailleurs semblable à celui de *multiflorum*. Il s'ensuit qu'on pourrait, sur ces seules bases, faire 3 divisions spécifiques dans le genre : *temulentum-remotum* d'une part, *perenne-multiflorum* en second lieu et enfin *rigidum* beaucoup plus proche du deuxième groupe que du premier. *L. temulentum* et *perenne* sont cependant distincts respectivement de *remotum* et *multiflorum* mais la valeur de cette distinction purement quantitative reste encore à préciser.

Une étude statistique a été entreprise sur 5 échantillons très restreints représentant les principales formes du genre en vue de préciser leurs relations mutuelles concernant 5 caractères quantitatifs qui sont longueur et largeur du limbe de la dernière feuille culmaire, longueur de rachis, nombre d'épillets par épi et nombre de fleurs par épillet. Ces 5 caractères relevés au cours de 2 années consécutives sur des populations génétiquement comparables ont révélé une telle variabilité dans les échantillons par rapport aux différences existant entre les échantillons, que la valeur descriptive de ces caractères doit être considérée comme négligeable. Les rapports qu'il est possible d'établir entre ces mêmes caractères se sont montrés remarquablement constants au cours des deux années d'observations. Des fonctions discriminantes appuyées sur ces rapports ont été calculées :

1° Pour l'ensemble des échantillons : $X = 1{,}25\ L + 0{,}5\ l - E - F$. Cette fonction distingue significativement toutes les moyennes au seuil de 0,05. Par contre elle ne permet pas de distinguer les individus des différentes populations à l'intérieur des groupes autogame (*temulentum, remotum*) et allogame (*perenne, multiflorum, rigidum*) nettement distincts par ailleurs.

2° A l'intérieur du groupe allogame : les membres des populations *rigidum* et *multiflorum* ne peuvent être séparés qu'avec une très forte probabilité d'erreur, mais peuvent être facilement isolés de ceux du type *perenne* par la fonction $X = L - 1{,}8\ l + .E - 0{,}6\ F$ qui, basée sur les logarithmes, donne à *perenne* une valeur moyenne de 1,784, 1,121 et 1,185 à *rigidum* et *multiflorum* respectivement, avec une plus petite différence significative de 0,48 au seuil de probabilité 0,05.

3° A l'intérieur du groupe autogame, qui ne permet pas de trier avec une certitude statistique suffisante les plantes des deux formes *temulentum* et *remotum*.

Ces caractères appuient donc la distinction des groupes allogame et autogame, et, s'ils ne peuvent permettre la distinction des types *temulentum-remotum* ou *multiflorum-rigidum*, la fonction $X = L - 1{,}8\,l + E - 0{,}6\,F$, qui attribue une importance particulière aux caractères largeur de feuilles puis longueur de feuilles et nombre d'épillets, établit une distinction nette entre *perenne* d'une part et *multiflorum-rigidum* d'autre part. L'existence d'une telle distinction entre *perenne* et *multiflorum* soulève un problème important. Ces deux formes ne présentent aucun isolement réciproque majeur d'ordre chromosomique ou sexuel. La définition généralement acceptée aujourd'hui de l'Espèce, qui repose sur des bases expérimentales, s'appuie d'une part sur le degré d'appariement des chromosomes, d'autre part sur la fréquence naturelle d'apparition, la viabilité et la fécondité des hybrides entre les formes comparées qui doivent être morphologiquement distinctes (Clausen, Dobzhansky, Stebbins). Dans la mesure où la valeur de la distinction ainsi établie pour *perenne* et *multiflorum* se sera révélée généralisable, il sera possible d'affirmer que les 2 types en cause sont morphologiquement distincts bien que les caractères jusqu'ici employés se soient révélés inutilisables après analyse génétique et statistique. Il y aurait là un exemple de création d'un caractère systématique indéniable par les méthodes statistiques, caractère objectif donc expérimentalement vérifiable. L'homologie de leurs chromosomes a té établie par Saura. Les autres critères de l'Espèce qui se ramènent en fait au degré d'isolement entre les formes parentes et à l'aptitude des hybrides à survivre dans le jeu normal de la sélection naturelle, en compétition notamment avec leurs parents, restent à établir avant de pouvoir avec certitude préciser les relations phylogéniques de ces deux formes.

La séparation de *perenne* et de *rigidum*, d'après les seules données que nous possédions semble plus profonde étant donné qu'il s'y ajoute une distinction chromosomique qualitative et que de plus il existe entre eux un isolement géographique de droit : *perenne* ne pouvant supporter les climats secs sous lesquels *rigidum* se perpétue grâce à son cycle végétatif rapide et ce dernier étant intolérant aux attaques de Rouilles des climats humides, tout au moins en ce qui concerne l'échantillon étudié ici. Cette sensibilité aux Rouilles des glumes et couronnée (*Puccinia glumarum* et *P. coronata*) s'est trouvée mise en évidence chez les hybrides F_1 ayant hérité de *perenne* leur caractère vivace (bien que non alternatifs) : sur une cinquantaine de plantes, aucune n'a survécu à l'épidémie de l'automne 1953 alors qu'aucun des parents *perenne* ne subissait de dégâts importants. Cette dominance du caractère sensibilité aux Rouilles se trouve donc être de plus un obstacle important pour les possibilités de combinaison des deux formes. Isolement géographique, inviabilité des hybrides sous certaines conditions de milieu, caryotypes morphologiquement différents et caractérisation morphologique possible par des diffé-

rences intimement liées à la structure profonde de l'organisme sont des éléments suffisants pour attribuer ou conserver à *perenne* et *rigidum* la valeur d'espèces distinctes.

L'isolement génétique de *remotum* et *temulentum* est un fait dû à la stérilité mâle des hybrides F_1 (JENKIN-THOMAS, 1938) qui, se superposant à l'autogamie, les condamne à disparaître sans descendance au cas même où ils pourraient se réaliser. Il est donc possible de les considérer comme espèces distinctes, ne différant nettement que par le caractère longueur de glumes relative à l'épillet et, éventuellement, par les dimensions des chromosomes.

La dictinction morphologique *multiflorum-rigidum* doit être envisagée à présent, en considérant les échantillons étudiés ici, par rapport à la longueur des glumes.

VIII. — RÉSUMÉ

L'étude de la systématique du genre *Lolium*, réalisée comparativement dans 4 flores met en évidence des divergences d'opinions en ce qui concerne la valeur taxinomique des diverses formes décrites. Les travaux génétiques et cytogénétiques réalisés dans ce domaine n'apportent encore que des données fragmentaires sur la classification naturelle à adopter.

Ce travail complète les descriptions du genre par l'analyse morphologique des chromosomes de *perenne* L., *multiflorum* Lamk., *rigidum* Gaud., *remotum* Schr. et *temulentum* L. La classification qu'il est possible d'en tirer se superpose assez exactement à celle que l'on peut faire sur les caractères de morphologie externe et la valeur de la distinction de *remotum* avec *temulentum* et de *multiflorum* avec *perenne* reste douteuse.

Un essai a été tenté pour préciser les possibilités d'utilisation de cinq caractères quantitatifs : longueur et largeur du limbe de la dernière feuille culmaire, longueur du rachis, nombre d'épillets par épi et nombre de fleurs par épillet. Ces caractères ne présentent aucune valeur d'utilisation directe, leurs variations étant extrêmement grandes d'une année à une autre pour une même population, et aucune différence significative ne s'exprimant entre les différentes espèces placées dans des conditions de milieu analogues. Les rapports entre ces caractères demeurant sensiblement constants au cours des deux années d'observations, on a tenté d'obtenir à partir de ceux-ci un procédé permettant la distinction des espèces et qui présenterait une valeur d'emploi généralisable. L'utilisation des fonctions discriminantes de FISHER a permis d'établir nettement certaines distinctions : entre les groupes allogame et autogame, entre *perenne* et *multiflorum-rigidum*. Ces deux dernières formes, de même que *temulentum-remotum* sont indistinguables entre elles par les caractères

employés. Le caractère longueur de glume reste à étudier qui, seul devrait permettre d'isoler ces quatre types. Les relations phylogéniques probables de ces « espèces » sont examinées au cours de la discussion.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ATWOOD (S. S.), 1947. — Cytogenetics and Breeding of Forage Crops. *Advances in Genetics*, I, 1-67, Academic Press. New-York.

BONNIER (G.) et de LAYENS (G.), 1944. — Flore complète portative de la France et de la Suisse. Librairie Générale de l'Enseignement. Paris.

CLAUSEN (J.), KECK (D.) et HIESEY (W. M.), 1938-46. — Experimental taxonomy. *Carn. Inst. Wash. Yearbook*, XXXVII à VL.

COSTE (H.), 1906. — Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes. Klincksieck. Paris.

DARLINGTON (C. D.) et LA COUR (L. F.), 1942. — The Handling of Chromosomes. 2e Éd., 1947. George Allen Unwin Ltd, London.

DARWIN (CH), 1860. — L'Origine des Espèces. Trad. de E. BARBIER. Costes, édit. Paris, 1921.

DOBZHANSKY (T.), 1941. — Genetics and the origin of Species. Columbia University Press.

FAVORSKII (N. V.), 1927. — Vergleichende karyologische Untersuchung einiger Arten von *Lolium*. *Planta* III, 282-91.

HUSNOT (T.), 1896-99. — Graminées.

JENKIN (T. J.), 1950. — Genetic problems in the Breeding of Forage Grasses. Atti del Convegno di Genetica Agraria, 360-74.

JENKIN (T. J.) and THOMAS (P. T.), 1938. — The Breeding Affinities and Cytology of *Lolium* spp. *J. Bot. Lond.*, LXXVI, 10-12.

JOHANSEN (D. A.), 1940. — Plant Microtechnique. Mc Graw-Hill Book Co. New-York and London.

LEVAN (A.), 1938. — The Effect of Colchicine on Root Mitoses in *Allium* *Hereditas*, XXIV, 471-86.

LEVAN (A.), 1939. — The Effect of Colchicine on Meiosis in *Allium*. *Hereditas*, XXV, 9-26.

MATHER (K.), 1949. — Biometrical Genetics. Methuen : London.

MYERS (W. M.), 1941. — Variations in chromosome behaviour during Meiosis among Plants of *Lolium perenne*. *Cytologia*, XI, 388-406.

MYERS (W. M.), 1944. — Cytological studies of a 3n perennial Rye-Grass and its Progeny. *J. Hered.*, XXXV, 1, 17-23.

MYERS (W. M.), 1947. — Cytology and Genetics of Forage Grasses. *Bot. Rev.*, XIII, 6-7, 319-421.

O'MARA (J. G.), 1939. — Observations on the immediate effects of Colchicine. *J. Hered.*, XXX, 2, 35-37.

REBISCHUNG (J.), 1951. — Étude de Populations de Ray-grass et du mode de transmission de deux caractères dans le genre *Lolium*. *Annales I. N. R. A.* Série B (*Amél. des Plantes*), I, 4, 497-547.

REBISCHUNG (J.), 1952. — Étude du mode de transmission de trois caractères chez les *Lolium* sp. VIe Congrès International des Herbages. Pennsylvania State College, 17-23 août 1952.

ROUY (G.), 1913. — Flore de France, t. XIV, E. DEYROLLE, Paris.

SAURA (F.), 1951. — Comportamiento caryologico de *Lolium perenne* Lin., *multiflorum*. Lam. y de su Fl. *Rev. Fac. Agron. Veter.*, XIII, 1, 90-107.

STEBBINS (G. L.), 1950. — Variation and Evolution in Plants. Columbia University Press, New-York.

COMPORTEMENT AUX STADES PLANTULE ET ADULTE VIS-A-VIS D'UNE RACE PHYSIOLOGIQUE DE ROUILLE NOIRE, DES DESCENDANCES D'UN GÉNITEUR RÉSISTANT *(Triticium vulgare)*

PAR

A. VINCENT, E. POCHARD, J. GIGNOUX

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles

INTRODUCTION

Depuis 1915 de nombreuses études ont été poursuivies, principalement aux U.S.A. et au Canada, tant sur la biologie de *Puccinia graminis* que sur la nature et la génétique du caractère résistance à la rouille noire.

AUSEMUS (1943) rapporte, dans une étude consacrée notamment aux maladies des céréales, l'état des principales recherches effectuées au cours des 25 premières années d'investigations. Une classification des résultats concernant la génétique de la résistance obtenus durant cette période est présentée par ailleurs par AUSEMUS et al. (1946).

Deux types de résistance ont été distingués : résistance « physiologique » ou « protoplasmique » effective au stade plantule et résistance au stade adulte.

La résistance physiologique, définie par STAKMAN (1915), réside dans l'incompatibilité plus ou moins marquée de biotypes de l'hôte vis-à-vis de groupes de biotypes du parasite. Une incompatibilité totale, fréquemment désignée par le terme impropre d' « immunité », entraîne la mort de la cellule envahie, mais n'a pas d'effets visibles à l'œil nu. Lorsque la réaction d'incompatibilité est moins brutale, un groupe plus ou moins important de cellules est détruit : ce type de réaction se manifeste ainsi par des nécroses, dites parfois « d'hypersensibilité ».

Enfin de moindres réactions se traduisent simplement par des taches chlorotiques : le parasite, dans ce cas, poursuit son développement et arrive à sporulation.

La transmission des caractéristiques de « résistance physiologique » est mendélienne, le plus souvent monofactorielle ou bifactorielle. Ces gènes majeurs de résistance sont effectifs vis-à-vis de groupes plus ou

moins étendus de biotypes, comprenant un certain nombre de races physiologiques (1).

Divers gènes déterminant la résistance vis-à-vis de groupes différents de races physiologiques et situés sur des locus distincts ont été trouvés : leur accumulation a permis, dans certains cas, la création de génotypes résistants à de nombreuses races.

La résistance physiologique enfin, d'après la plupart des auteurs, est effective tout au long de la vie de la plante, c'est-à-dire au stade plantule et adulte.

La notion de *résistance au stade adulte* a été introduite par GOULDEN et al. (1928), afin de définir le comportement, fréquemment observé, de variétés sensibles au stade plantule à une race déterminée de rouille noire (i.e. supposées ne pas présenter de caractéristiques de résistance physiologique), mais cependant résistante au stade adulte vis-à-vis de cette même race.

Ce type de résistance serait moins spécifique que la résistance physiologique, c'est-à-dire qu'il est effectif vis-à-vis d'un large nombre de races physiologiques.

HURSCH (1924) a montré que la structure morphologique de la plante (proportion des tissus chlorophylliens de collenchyme dans lesquels se développe le parasite) pouvait être en relation avec son comportement au stade adulte vis-à-vis de la rouille noire. Toutefois, il est bien certain que des caractéristiques très diverses, spécifiques de la plante adulte (précocité par exemple) peuvent influer sur un tel comportement et conférer à la plante, dans certains cas, une résistance réelle.

La diversité des phénomènes, mal définis, décrits sous ce vocable de « résistance au stade adulte » apparaît dans les études génétiques. Dans certains cas particuliers (variétés HOPE, H.44), la transmission héréditaire de ce caractère a été trouvée mono ou bifactorielle, alors qu'elle est, le plus souvent, de type polyfactoriel.

La possibilité de détecter avec certitude, pour des contaminations effectuées en serre au stade plantule, la présence de gènes de résistance physiologique a évidemment incité divers sélectionneurs à fonder un programme de sélection sur l'observation du comportement au stade plantule de leur matériel, vis-à-vis de races physiologiques déterminées. Certains ont utilisé cette technique avec succès mais beaucoup se sont heurtés à des défauts de correspondance entre les notations effectuées au stade plantule et au stade adulte, et notamment au cas de lignées

(1) La spécialisation de *Puccinia graminis tritici* en biotypes caractérisés par leur virulence a été montrée et définie par STAKMAN et LÉVINE (1922). Ces auteurs ont établi une classification des biotypes en « races physiologiques » suivant les réactions à leur égard d'une série d'hôtes différentiels. Un biotype est une entité génétique bien définie (un clône), tandis qu'une « race physiologique » est une abstraction introduite pour des raisons pratiques : ce peut-être en fait, un groupe plus ou moins hétérogène de biotypes différents mais vis-à-vis desquels les variétés différentielles utilisées présentent des réactions semblables.

résistantes au stade plantule mais sensibles au stade adulte vis-à-vis des mêmes races physiologiques.

Ces difficultés particulièrement gênantes en matière de sélection sont restées sans explications satisfaisantes, en sorte que les sélectionneurs ont, sauf cas particuliers, renoncé aux tests sur plantules comme critères généralisés de sélection.

Les informations recueillies au cours des dix dernières années n'ont guère éclairé cette question. Bien que les tests en serre aient été utilisés aux U.S.A. et au Canada en vue de la recherche et de la sélection de gènes de résistance physiologique vis-à-vis de la race 15B, les travaux fondamentaux de génétique ont surtout porté, notamment par l'utilisation des lignées monosomiques de SEARS (1947), sur la nomenclature et la localisation des gènes de résistance physiologique connus.

CAMPOS, GIBLER et BORLAUG (1953) ont cependant montré que le cas de lignées résistantes en serre mais sensibles au stade adulte était fréquent : ces auteurs ont étudié le comportement aux stades plantule et adulte vis-à-vis des races 15 B et 49 des descendances de plus de 200 croisements : 34 d'entre elles ont montré ce phénomène.

KOO et AUSEMUS (1951) ont observé le comportement en serre et en champ des descendances issues de la variété *Timstein* et des variétés *Thatcher, Newthatch, Mida*. Ils ont montré que *Timstein* portait un gène de résistance physiologique vis-à-vis d'un groupe de 20 races, et que *Thatcher* et *Newthatch* possédaient un même facteur de haute résistance physiologique vis-à-vis d'un groupe de 6 races, épistatique et non allélique du précédent.

Le comportement de ces descendances en champ était sous la dépendance de deux paires de facteurs complémentaires dans le croisement *Timstein* × *Thatcher* et d'une paire de facteurs dans les croisements *Timstein* × *Newthatch* et *Timstein* × *Mida, Timstein* étant le parent sensible.

Les contaminations en serre intéressaient toutefois des races particulières, tandis que les épidémies artificielles avaient été installées en champ à partir d'un mélange de 30 ou 33 races (certaines attaquant la variété *Timstein*), en sorte que l'expression sur la plante adulte des gènes de résistance physiologique mis en évidence dans les études effectuées en serre n'a pu être précisée.

Les observations effectuées montrent ainsi clairement qu'on ne peut espérer établir une correspondance générale entre les atteintes observées, pour une même race physiologique, aux stades plantule et adulte ; le problème apparaît plutôt de rechercher dans quels cas la présence de gènes déterminant la résistance de la plante adulte peut être reconnue au stade plantule.

L'étude, particulièrement soignée à de nombreux égards, de KOO

et AUSEMUS fait cependant ressortir les nécessités expérimentales qu'il importe de satisfaire si l'on s'attache à préciser l'expression sur la plante adulte de gènes de résistance physiologique :

1° Utiliser, en serre comme en champ, la même race physiologique de rouille noire, ou mieux, le même clone (culture monosporique). Effectuer les observations en champ en l'absence d'épidémies naturelles (contaminations précoces dans un milieu où les attaques naturelles surviennent tardivement).

2° Éviter les classifications arbitraires des plantes en catégories « résistantes » et « sensibles ».

En effet, la plupart des auteurs, utilisant la notation de STAKMAN relative aux atteintes sur plantules (échelle de 0 à 4), font une coupure arbitraire entre les notes 2 et 3, et considèrent comme « résistantes » les plantes ayant des notes inférieures à 3. On peut s'attendre à ce qu'une catégorie aussi hétérogène ait, au stade adulte, un comportement très diversifié.

La distinction des catégories phénotypiques doit être effectuée non pas *a priori*, mais d'après les observations, ce qui requiert une vérification génétique des classifications établies.

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

a) **Matériel.** — Le matériel hybride étudié est issu des géniteurs suivants :

Lignée 80, résistante aux stades plantule et adulte vis-à-vis des principales races de rouille noire qui sévissent en France, et notamment vis-à-vis de la race 21.

Lignée (Vilmorin 27 × 80) 11, issue de cet hybride et possédant les mêmes caractéristiques de résistance.

Variété Nord-Desprez, très sensible à la race 21, aux stades plantule et adulte.

Lignée 125-11, sensible à la race 21, aux stades plantule et adulte.

Variété Magdalena, sensible à la race 21 au stade plantule, peu sensible au stade adulte.

La lignée 80 (1) est un descendant de la variété *Oro*. *Oro* de même que la variété *Kanred*, est une lignée résistante à la rouille noire, sélectionnée dans la population de blé *Turkey*, d'origine russe. La lignée 80 présente cependant, au stade adulte et surtout au stade plantule, une résistance, notamment vis-à-vis des races 21 et 17, supérieure à celle de la variété *Oro*.

(1) La lignée 80 est issue du croisement de la lignée [(Martin × K3) Hohenheimer 77] 5-2-1 par la variété Oro. L'hybride K3 est assez peu sensible, en champ, à la rouille noire.

Les observations ont porté :

— en champ, sur les descendances F1, F2 et F3 de ces croisements, à l'occasion d'épidémies de rouille noire artificiellement installées ;

— en serre, sur un double des lignées F3 semées en champ, chaque lignée étant constituée de 20 plantes.

b) **Réalisations des contaminations.** — En serre comme en champ, l'inoculum utilisé était constitué par une même culture monosorique de la race 21.

En serre, les contaminations ont été réalisées par pulvérisation d'un mélange de talc et d'urédospores (une partie d'urédospores, 50 parties de talc), sur plantules couvertes de fines gouttelettes d'eau (traitement préalable au moyen d'un atomiseur). Le matériel est placé ensuite pendant 48 heures en chambre humide pour assurer l'incubation du parasite, puis à une température aussi voisine que possible de 20°, mais qui variait cependant de 18 à 24°C. L'apparition des sores se produit de 10 à 12 jours après la contamination, la notation des atteintes intervenant quelques jours après. La durée séparant le semis de la notation est d'environ 3 semaines. Les observations ont eu lieu de début avril à fin juin. Il n'a pas été possible, jusqu'à présent, de réaliser des contaminations homogènes en jours courts, en hiver, sous diverses conditions d'éclairage artificiel.

En champ, les contaminations ont été réalisées au début du mois de mai, à partir d'une importante quantité d'urédospores de la race 21 produites en serre. En 1951 et 1952, ce matériel initial a été mélangé à du talc (1 partie d'urédospores pour 100 parties de talc) et pulvérisé en fin de journée, après une pluie, sur plantes humides. En 1953, on a pul-vérisé sur les plantes une suspension d'urédospores dans l'eau (5 cm^3 d'urédospores pour 25 litres d'eau). Cette technique s'est avérée plus efficace.

Le matériel hybride était disposé en lignes de 1,50 m de long, espacées de 0,25 m. Les pulvérisations ont été effectuées en 1951 et 1952 sur l'ensemble du matériel hybride en F1 et en F2, et en 1953 sur des parcelles de 5 lignes d'une variété sensible disposées toutes les 30 lignes.

Les épidémies artificielles ainsi développées ont été, pour ces 3 années, très fortes : les variétés sensibles étaient couvertes de pustules à leur maturité, alors que les attaques naturelles observées en 1952 et 1953 dans la région parisienne ont été peu accusées. En 1953, cependant, la progression de l'épidémie à partir de l'inoculum initial disposé en suspension humide a été immédiate : les attaques, très précoces, ont été particulièrement violentes.

L'identité de la race de rouille responsable, en serre et en champ, des attaques observées a été vérifiée à diverses reprises, notamment dans les

cas douteux. C'est ainsi qu'en 1952 des traces de rouille noire ont été observées en champ, sur la lignée 80 (1), et que, en serre, des réactions de type X (présence d'attaques de types 1 et 4 sur les mêmes feuilles) se sont manifestées sur certaines plantes. Dans tous les cas, les races physiologiques intéressées ont été identifiées comme étant la race 21.

c) **Système de notation.** — Les notations ont été effectuées par plantes, suivant les systèmes de notation ci-indiqués,

— **en serre**, suivant l'échelle de notation définie par STAKMAN, les plantules ont été réparties dans les catégories suivantes :

— indemne : type 0,

— taches nécrotiques, présentant parfois, à leur centre, un sore d'étendue très limitée : types 0 ; à 1⁻ désignés par type « 1 » (2) dans le texte.

— développement des sores sans taches chlorotiques : types 3 à 4⁻ désignés par type « sensible » dans le texte.

— présence sur la même feuille des types « 1 » et « sensible » : type X,

TABLEAU I

Résumé des observation effectuées en champ

Matériel hybride			Parents (degré d'atteinte)				
Descendance	Observations	Degré d'atteinte	Lignée 80	Lignée (V 27 × 80) 11	Lignée 125-11	Nord-Desprez	Magdalena
F1							
I = (V27 × 80) 11 × 125-11	Caract. résistance dominant	0	0	0	1,5	5	1
II = 80 × Nord-Desp.	id.	traces					
III = 80 × Magdalena	id.	0					
F2							
I.....	426 pltes atteintes sur 1152 : proport. supér. à 1/4	0 à 4	0	—	—	4	0.5
II.....	575 pltes atteintes sur 1839 : propor. sup. à 1/4	0 à 5					
III.....	93 pltes atteintes sur 728 : propor. inf. à 1/4	0 à 1,5					
F3							
I.....	disj. bifactor.	—	0 à traces	—	—	5	1,5
II.....	disj. bifactor.	—					
III.....	disj. monofactor.	—					

(1) Ce comportement résulte, très vraisemblablement, de l'action des fortes chaleurs (températures supérieures à 30°) qui ont été observées en juin 1952, pendant plusieurs jours.

(2) Notation conventionnelle pour désigner une réaction nécrotique (type « fleck ») —_O ; —

— **en champ**, suivant l'échelle de notation suivante, s'étendant de 0 à 5 :

— 0 : plante indemne.

— « Traces » : présence de sores très limités, situés à l'extrémité du col de l'épi ou, sur gaines, à l'aisselle des nœuds.

— 0,5 : quelques sores aux mêmes endroits (col de l'épi et, sur gaines, aisselles des nœuds).

— 1 : atteintes réduites (sores très limités) sur tiges.

— 2 à 5 : atteintes sur tiges, d'étendues variables.

Le comportement en champ du matériel hybride et des géniteurs utilisés est résumé, pour les trois années d'observations, sur le tableau I.

II. — RÉSULTATS

1. Descendance du croisement I = (V27 × 80) 11 × 125-11

a) **Comportement au stade plantule (descendance F3).** — Les plantes de cette descendance ont présenté, en serre, des réactions de types suivants :

0.

0 ; à 1⁻ que nous désignerons par 1.

X.

« Sensible ».

Elles constituaient 178 lignées issues de plantes F2 sélectionnées en champ suivant le critère « absence » de rouille noire, (notes en champ : 0 ou 0,5). Ces lignées ont pu être, d'après leur comportement en serre, réparties en 5 groupes :

— lignées ne comportant que des plantes de réaction 0

— lignées ne comportant que des plantes de réactions 0 ou 1

— lignées ne comportant que des plantes de réactions 0 ou « sensibles »

— lignées comportant des plantes de toutes réactions : 0, 1, X ou « sensibles »

— enfin la catégorie, réduite du fait de la sélection exercée en champ en F2, des lignées ne comportant pas de plantes indemnes.

L'analyse des observations effectuée en considérant comme « sensibles » les plantes présentant les réactions 1 à X conduit aux résultats figurant au tableau II.

La transmission du caractère « résistance au stade plantule » ainsi défini (type 0), apparaît déterminée par un facteur à action dominante R_1 ; nous désignerons son allèle par r_1.

L'hypothèse contradictoire, menée en considérant comme « résis-

Tableau II

F3 du croisement I = (V27 × 80) II × 125-II

Comportement au stade plantule											
des lignées (nombre de lignées)						des plantes dans les lignées en disjonction (nombre de plantes)				
homogènes		en disj.	Total	χ^2 pour une répartit. 1 R — 2 D		sensibles	résist.	Total	Analyse de χ^2 pour une répartition 1 *s* — 3 *r*	
sensib. S	résist. R	D	R + D	Valeur	P	s	r	s + r	Valeurs (1)	P
12	58	108	166	0,198	>0,75 $n = 1$	514	1638	2152	$d = 1,398$	>0,25 $n = 1$
									$h = 103,351$	>0,60 n = 107

(1) $d = \chi^2$ déviation
$h = \chi^2$ hétérogénéité, teste l'homogénité des répartitions observées dans les 108 lignées en disjonction.

tantes » les plantes présentant la réaction 1 conduit par contre à des tests statistiques défavorables, les valeurs de χ^2 pour la répartition des lignées et pour celle des plantes constituant les lignées en disjonction étant significativement élevées. La valeur de « χ^2 hétérogénéité », pour cette dernière répartition, a également une probabilité très inférieure à 0,01 et manifeste la présence de types différents de ségrégations parmi les lignées, pour une telle définition du caractère « résistance ».

On constate par ailleurs (tableau II) l'efficacité relative de la sélection effectuée en champ en F2 qui a éliminé 80 p. 100 des génotypes $r_1 r_1$ (12 lignées homogènes sensibles retenues contre 58 lignées homogènes résistantes).

Tableau III

F3 du croisement I : (V27 × 80) 11 × 125-11
Comportement au stade plantule vis-à-vis de la race 21

Génotypes	Phénotypes
R_1 R_1	o
R_1 r_1	o
R_2 R_2	o ; à 1⁻
r_1 r_1 R_2 r_2	X
r_2 r_2	« sensible »

Cependant, si le phénotype « résistant » est clairement défini (réaction au stade plantule de type o), le phénotype « sensible » présente par contre

TABLEAU IV

F3 du croisement I = (V27 × 80) 11 × 125 11

Comportement au stade plantule d'un échantillon de 55 lignées

Génotypes attribués aux plantes maternelles	Répartition des lignées (1)		Répartition des plantes dans les lignées										
			Proportions théoriques				Nombres de plantes observés					Analyse de χ^2	
	nombres calculés	nombres observés	type O	type I	type X	type sensible	type O	type I	type X	type sensible	Total	Valeurs	P
R_1 R_1	16,67	14	homog.				homog.						
R_2 R_2	8,33	9	3/4	1/4	0	0	149	37	0	0	186	2,585	$>0{,}10$; $n = 1$
R_1 r_1 R_2 r_2	16,67	22	12/16	1/16	2/16	1/16	338	24	63	37	462	3,795	$>0{,}25$; $n = 3$
r_2 r_2	8,33	5	3/4	0	0	1/4	82	0	0	25	107	0,153	$>0{,}60$; $n = 1$
r_1 r_1	—	3	Cette catégorie, réduite par la sélection effectuée en champ sur les plantes F2 comporte : 1 lignée homogène de type I 2 lignées en disjonction type I — type X — type sensible										

(1) χ^2 (pour une répartition théorique 2-1-2-1) = 3,520 ; $P > 0{,}30$; $n = 3$

une large variation (types 1, X et réellement « sensible »). L'étude de cette variation a été effectuée sur un échantillon constitué par les 55 premières lignées de ce croisement dont l'analyse, en serre comme en champ, a été conduite de manière détaillée.

Les observations effectuées, présentées au tableau IV, révèlent l'origine génétique de cette variation déterminée par la ségrégation, indépendate de celle des facteurs $R_1 - r_1$, d'une deuxième paire d'allèles — que nous désignerons par $R_2 - r_2$; R_1, épistatique de R_2, est dominant alors que R_2 ne manifeste pas de dominance (voir tableau III).

b) **Comportement au stade adulte.** — Le comportement des générations F1 et F2 de ce croisement est indiqué au tableau I, qui résume les observations effectuées en champ sur l'ensemble du matériel hybride.

On constate :

— la dominance du caractère résistance,

— que la transmission de ce caractère, en raison de l'importance du nombre de plantes atteintes en F2, ne peut être simplement monofactorielle.

Par ailleurs, l'expression des deux paires d'allélomorphes $R_1 - r_1$ et $R_2 - r_2$ sur le phénotype des plantes adultes s'est clairement manifestée en 1953, sur le double des lignées F3 étudiées en serre ; les observations réalisées en champ sur les lignées dont le comportement en serre a fait l'objet du tableau IV figurent au tableau V : on constate l'étroite relation des deux séries d'observations.

TABLEAU V

F3 du croisement I = (V27 × 80) 11 × 125-11

Correspondance du comportement des lignées aux stades plantule et adulte

Génotypes des plantes maternelles		Comportement au stade plantule	Comportement au stade adulte (nbre de lignées)				
			homog. résistantes	en disjonction		homog. sensibles	
			(0 à 1)	(0 à 2)	(0 à 5)	(1 à 2)	(1 à 4)
R_1 R_1	R_2 R_2 R_2 r_2 r_2 r_2	homogène type 0	13	1	0	0	0
R_1 r_1	R_2 R_2	en disj. types 0 et 1	2	7	0	0	0
	R_2 r_2	en disj. types 0,1,X, «sensible»					
	r_2 r_2	en disj. types 0 et «sensibles»	0	0	27	0	0
r_1 r_1	R_2 R_2	homogène type 1	0	0	0	1	0
	R_2 r_2	en disj, types 1, X, «sensible»	0	0	0	0	2
	r_2 r_2	catég. élim. par sélection en F2	—	—	—	—	—

Les exceptions observées (nombres soulignés) proviennent de défauts de contamination ou plus vraisemblablement d'erreurs de notation : les

13 lignées issues de génotypes homozygotes R_1R_1 présentent, en champ, une certaine variation quant à leur comportement vis-à-vis de la race 21 (notes 0 à 1) imputable à la ségrégation des allèles $R_2 - r_2$, mais qui est cependant trop limitée pour donner lieu à un classement. Cette variation peut évidemment susciter de légères erreurs de classification.

L'expression des deux paires d'allèles sur le phénotype des plantes aux stades plantule et adulte, en ce qui concerne les génotypes homozygotes et pour les conditions de milieu dans lesquelles les observations ont été effectuées, peut être schématisée de la manière suivante :

TABLEAU VI

Croisement I = (V27 × 80) 11 × 125-11
Comportement aux stades plantule et adulte des génotypes homozygotes pour les allèles R_1-r_1 et R_2-r_2

Génotypes	Phénotypes	
	Stade plantule	Stade adulte
R_1 R_1 R_2 R_2	0	0 : très résistant
R_1 R_1 r_2 r_2	0	0,5 à 1 : résistant
r_1 r_1 R_2 R_2	0 ; à 1⁻	2 : peu sensible
r_1 r_1 r_2 r_2	sensible	sensible

Le comportement vis-à-vis de la race 21 des descendants de ce croisement apparaît déterminée par l'interaction des gènes R_1 et R_2 ; les effets de ces gènes peuvent être résumés ainsi :

Au stade plantule :

Gène R_1 : épistatique de R_2 ; dominant.

Gène R_2 : pas de dominance, l'hétérozygote $R_2 r_2$ ayant le phénotype X. Il est intéressant de constater que, dans ce cas, l'action du gène R_2 en dose simple comparée à celle déterminée par la dose double (type 0 ; à 1⁻) ne conduit pas à un effet réduit, mais à une pénétrance moindre : on observe, *sur une même feuille*, la présence ou l'absence de la réaction d'incompatibilité déterminée par le gène R_2 en dose double.

Au stade adulte :

Effets cumulatifs des gènes R_1R_2, l'action de R_1, à dominance marquée, sinon absolue, étant prédominante.

2. — **Descendances du croisement II** = (Nord-Desprez × 80)

a) **Comportement au stade plantule (descendance F3).** — Les observations effectuées en serre sur plantules ont porté sur 130 lignées issues de

plantes sélectionnées en champ, en F2, du point de vue « absence » de rouille noire (notes 0 à 0,5).

Les types de réaction suivants ont été observés sur ce matériel :

0.

0 ; à 1⁻ que nous désignerons par 1.

« Sensibles 3.

En testant l'hypothèse d'une ségrégation mendélienne du facteur R_1 de résistance de la lignée 80, l'analyse des résultats menée en considérant (de même que dans la descendance du croisement I), comme « sensibles » les plantes présentant la réaction de type 1 conduit à des valeurs de χ^2 significativement élevées, marquant l'hétérogénéité des types de ségrégations présentées par les lignées en disjonction.

Par contre, l'analyse effectuée (tableau VII) en considérant les plantes de réaction 1 comme résistantes conduit à des tests favorables.

Tableau VII

F3 du croisement II = Nord-Desprez × 80

Comportement au stade plantule

Comportement au stade plantule										
des lignées (nbre de lignées)						des plantes dans les lignées en disj. (nbre de plantes)				
homogènes		en disj.	Total	χ^2 pr. une répartition 1 R — 2 D		sens.	résist.	Total	Analyse du χ^2 pour une répartition 1 s — 3 r	
sensibles S	résist. R	D	R + D	Valeur	P	*s*	*r*	*s* + *r*	Valeur (1)	P
17	41	74	115	0,431	0,50 $n = 1$	330	973	1303	$d = 0{,}074$ $h = 70{,}835$	$>0{,}70$ $n = 1$ 0,55 $n = 73$

(1) $d = \chi^2$ déviation
$h = \chi^2$ hétérogénéité

Le caractère « résistance au stade plantule » ainsi défini (type 0, type 1) apparaît, comme précédemment, déterminé par un gène à action dominante que l'on peut valablement considérer comme étant le facteur R_1 de résistance de la lignée 80.

L'action imputable à un deuxième locus se manifeste par les ségrégations observées sur les lignées comprenant des plantes présentant la réaction de type 1. Leur étude n'a cependant pas pu être effectuée sur l'ensemble du matériel, car il n'y a pas eu extériorisation de type 1, par suite de la variation des conditions de milieu, sur certaines séries de lignées semées et contaminées le même jour.

Pour les autres séries, de telles lignées se répartissent en quatre groupes comprenant :

4 lignées en disjonction types 0, types 1 ;
1 lignée homogène de types 1 ;
1 lignée en disjonction types 1, types « sensibles » ;
19 lignées en disjonction types 0, types 1 et types sensibles.

Pour cette dernière catégorie, qui présente un effectif de plantes suffisant pour l'analyse statistique, on observe (tableau VIII) la répartition : 9 (type 0), 3 (type 1), 4 (type 4).

TABLEAU VIII

F3 du croisement II = Nord-Desprez × 80
Répartition des plantes dans les lignées en disjonction
type 0 — type 1 — type sensible

Nbre de plantes	type 0	type 1	type « sensible »	Total	χ^2 pour une répartition 9-3-4	P
observé	192	65	93	350		
calculé (répartition 9-3-4).....	197	65,5	87,5	350	0,480	$> 0{,}75$ $n = 2$

On constate donc dans la descendance du croisement II, comme dans celle du croisement I, la ségrégation indépendante de deux paires d'allèles déterminant le comportement des plantules vis-à-vis de la race 21. La source de résistance qui se manifeste sur ce matériel étant la même (lignée 80), les allèles de résistance proviennent de ce géniteur (gènes R_1 et R_2).

TABLEAU IX

Descendances des croisement I et II —
Comportement au stade plantule vis-à-vis de la race 21

Génotypes (1)	Phénotypes I	Phénotypes II
$R_1\ R_1\ R_2\ R_2$ $R_1\ R_1\ R_2\ r_j$ $r_j\ r_j$	o o o	o o o ; à 1⁻
$R_1\ r_i\ R_2\ R_2$ $R_1\ r_i\ R_2\ r_j$ $r_j\ r_j$	o o o	o o o ; à 1⁻
$r_i\ r_i\ R_2\ R_2$ $r_i\ r_i\ R_2\ r_j$ $r_i\ r_j$	o ; à 1⁻ X sensible	sensible sensible sensible

(1) r_i = allélomorphe du gène R_1
r_j = « « « R_2

On remarque cependant (tableau IX) que si les phénotypes sont les mêmes, dans les deux descendances, pour tous les génotypes possédant les deux gènes R_1 et R_2, en dose simple ou double, il n'en est pas de même pour les génotypes homozygotes pour l'un ou l'autre des allèles correspondants, provenant du parent sensible à la rouille noire. En d'autres termes, les deux locus intéressés semblent porter :

— chez l'hybride 80, les gènes de résistance R_1 et R_2 ;

— chez les parents sensibles, *Nord-Desprez* et *125-11*, des allèles de sensibilité de constitution différente.

b) **Comportement au stade adulte.** — Le comportement des générations F1 et F2, indiqué au tableau 1, fait apparaître :

— la dominance marquée, mais non absolue, du caractère résistance ;

— que la transmission de ce caractère, comme pour le croisement précédent et pour les mêmes raisons (nombre trop élevé de plantes atteintes en F2) ne peut être simplement monofactorielle.

Le comportement du matériel en champ a été plus particulièrement observé sur les lignées qui s'étaient révélées, d'après leur comportement en serre, homozygotes pour le gène R_1 ou pour son allélomorphe r_i, soit :

— les 17 lignées homozygotes pour l'allèle r_i,

— 36 lignées homozygotes pour l'allèle R_1.

Les atteintes de ces lignées par la rouille noire ont été notées sur chaque plante.

Les observations effectuées sont résumées au tableau X Elles mettent en évidence l'effet cumultif des gènes R_1 et R_2 en ce qui concerne le comportement de la plante adulte.

TABLEAU X

F3 du croisement II = Nord-Desprez × 80

Comportement en champ des lignées homozygotes R_1R_1 ou r_ir_i

Génotype de la plante maternelle		Nbre de lignées		Ségrégations observées dans les lignées (nbre de plantes)				Valeur de χ^2 pr. une répart. 3 — 1	P
		observé	calculé	saines	atteintes	très atteintes	Total		
	R_2 R_2	11	8,75	homog. (3)					
R_i R_1	R_2 r_j	15	17,50	408	131	0	539	0,131	> 0,70
	r_j r_j	9 (1)	8,75		homogène				
	R_2 R_2	4	4,25		homogène				
r_i r_1	R_2 r_j	11	8,50	0	401	95	496	9,043	< 0,01
	r_j r_j	2 (2)	4,25			homogène			

(1) Valeur de $\chi^2 = 0{,}942$; $P > 0{,}60$

(2) Valeur de $\chi^2 = 1{,}940$; $P > 0{,}30$

(3) Toutes plantes saines — notes de rouille noire : 0 ou traces

Les résultats figurant sur ce tableau appellent les observations suivantes :

— la classification relative aux génotypes des plantes maternelles a été effectuée *a posteriori* en ce qui concerne les allélomorphes $R_2 - r_j$, d'après le comportement des lignées en champ, du fait que les réactions de type I ne se sont manifestées en serre que sur certaines séries de lignées. Cette classification s'est cependant révélée exacte pour celles de ces lignées qui ont présenté, en serre, ce type de réaction ;

— dans les deux catégories en disjonction, en raison de la fluctuation dûe au milieu ainsi que de la présence de génotypes hétérozygotes à phénotypes plus ou moins intermédiaires, seules les plantes les plus atteinntes ont pu être classées avec certitude. C'est ainsi que, dans la première de ces catégories, les 408 plantes considérées comme saines présentaient des atteintes allant de 0 à 1, et que dans la deuxième, les 401 plantes classées comme « atteintes »ont été notées de 0,5 à 2. Ces deux catégories se distinguent cependant nettement par le fait que la première ne comporte pas de plantes très atteintes et que la deuxième ne comporte pas de plantes indemnes (génotypes parentaux).

On remarquera également que les génotypes $R_1R_1r_jr_j$ et $r_ir_iR_2R_2$ ont sensiblement le même comportement en champ (phénotype peu sensible : notes 1 à 2) alors que leur comportement au stade plantule est très différent (type I⁻ ou même 0 suivant les conditions de milieu et type « sensible »). Cette constatation se matérialise par le fait que la sélection effectuée en champ sur la descendance F2 de ce croisement n'a eu qu'une efficacité modérée en ce qui concerne l'élimination des génotypes récessifs r_ir_i (tableau VII : 17 génotypes r_ir_i retenus contre 41 génotypes R_1R_1 ; taux d'élimination : 60 p. 100).

Un tel défaut de correspondance n'est cependant pas imputable à l'intervention d'une « résistance au stade adulte » différente, par sa nature, de la « résistance physiologique », — ainsi que cela a été souvent proposé en pareil cas, — mais à l'interaction de deux sources indépendantes de « résistance physiologique » dont la moins active a une expression plus marquée sur la plante adulte que sur la plantule.

Les effets des gènes R_1 et R_2 sur le phénotype de la plante adulte apparaissent sur les descendants de ce croisement comme sur ceux du croisement I, cumulatifs.

Les phénotypes des individus homozygotes sont pour ces deux croisements, schématisés au tableau XI.

D'une manière générale, aux stades plantule et adulte, les génotypes homozygotes pour les allèles r_i et surtout r_j montrent une plus grande sensibilité dans le cas du croisement II lorsque ces allèles proviennent de Nord-Desprez, que dans celui du croisement I. Cette constatation doit être rapprochée du fait que la variété Nord-Desprez est, surtout au stade adulte, bien plus sensible vis-à-vis de la race 21 que la lignée 125-11 (tableau I).

Tableau XI

Descendances des croisements : I (V27 × 80) 11 × 125-11
II (Nord-Desprez × 80)
Comportement aux stades plantule et adulte des individus homozygotes pour les deux locus

Génotypes	Phénotypes			
	Croisement I		Croisement II	
	Stade plantule	St. adulte (1)	St. plantule	St. adulte (1)
R_1 R_1 R_2 R_2	o	très résist.	o	très résist.
R_1 R_1 r_j r_j	o	résist. (0,5 — 1)	o ; à 1⁻	peu sens. (1 à 2)
r_i r_i R_2 R_2	o ; à 1⁻	peu sens. (1 à 2)	sensible	peu sens. (1 à 2)
r_i r_i r_j r_j	sensible	sensible	sensible	très sens.

(1) Pour les conditions de l'année 1953 : forte épidémie artificielle de rouille noire (race 21).

3. — **Descendances du croisement III** = Magdalena × 80

a) **Comportement au stade plantule.** — Les observations effectuées en serre ont porté sur 86 lignées issues de plantes F2 sélectionnées en champ du point de vue « absence » de rouille noire (note o) qui n'ont manifesté que des réactions de types o ou « sensibles », la variété Magdalena ayant une réaction de type 4.

La transmission du caractère « résistance au stade plantule » ainsi défini (type o), est apparue monofactorielle dominante, c'est-à-dire conditionnée par le gène principal de résistance R_1 de la lignée 80 (tableau XII).

Tableau XII

F3 du croisement III = Magdalena × 80
Comportement au stade plantule

des lignées (nbre de lignées)						des plantes dans les lignées en disjonction (nbre de plantes)				
homogènes		en disj.	Total	χ^2 pour une répartition 1 R — 2 D		sens.	résistantes	Total	Analyse du χ^2 pour une répartition 1 *s* — 3 *r*	
sensibles S	résis. R	D	R + D	Valeur	P	*s*	*r*	*s* + *r*	Valeurs (1)	P
18	23	45	68	0,007	> 0,90 *n* = 1	211	612	823	*d* = 0,560	> 0,40 ; *n* = 1
									h = 41,125	0,60 ; *n* = 44

(1) $d = \chi^2$ déviation
$h = \chi^2$ hétérogénéité

L'ensemble des informations recueillies en serre en ce qui concerne les ségrégations des allélomorphes $R_1 - r_i$, sur les trois descendances F3 issues des parents 125-11, Nord-Desprez et Magdalena et qui ont fait l'objet des tableaux II, VII et XII, peut être résumée au mieux par l'analyse des valeurs de χ^2 figurant au tableau XIII.

Tableau XIII

Analyse des valeurs de χ^2 testant la ségrégation du gène principal R_1 de résistance (1) de l'hybride 80 dans les descendances F3 de trois croisements (Comportement au stade plantule)

Croisements	Répartition des lignées 1 résistante — 2 en disjonction			Répartition des plantes dans les lignées en disjonction 1 sensible — 3 résistantes		
	Valeurs de χ^2	P	degrés de liberté	Valeurs de χ^2 (2)	P	degrés de liberté
I = (V 27 × 80)11 × 125 — 11	0,198	> 0,65	1	d = 1,398 h = 103,351	> 0,25 > 0,60	1 107
II = Nord-Desprez × 80	0,431	0,50	1	d = 0,074 h = 70,835	> 0,70 0,55	1 73
III = Magdalena × 80.....	0,007	> 0,90	1	d = 0,560 h = 41,125	> 0,40 > 0,60	1 44
χ^2 général :						
Déviation	0,516	> 0,45	1	0,262	> 0,60	1
Hétérogénéité entre descendances.....	0,120	> 0,90	2	1,770	> 0,40	2

(1) Classement des plantes dans les catégories « résistantes » ou « sensibles » suivant leur type de réaction (échelle de Stakman)

descendance	*plantes « résistantes »* types :	*plantes « sensibles »* types :
I	0	1, X, 3 à 4
II	0,1	3 à 5
III	0	3 à 4

(2) $d = \chi^2$ déviation.
$h = \chi^2$ hétérogénéité.

Les observations ainsi résumées ont porté sur environ 7 000 plantes, constituant 698 lignées : l'homogénéité et la vraisemblance de leur ajustement à une répartition monofactorielle tant à l'intérieur de chaque descendance qu'entre descendances sont très marquées.

b) **Comportement au stade adulte.** — Les observations effectuées en champ sur les diverses descendances du croisement 80 × Magdalena sont résumées au tableau 1.

On constate :

— en F1, la dominance du caractère résistance ;

— en F2, une proportion de plantes atteintes (note 0,5 à 1,5) très

inférieure au 1/4 de l'effectif ; cette F2 ne comporte toutefois pas de plantes très atteintes, comme en présente la F2 (Nord-Desprez × 80) ou, à un degré moindre, celle issue de la lignée 125-11.

L'absence de rouille noire n'est certainement pas dûe, pour un nombre important de plantes, à une résistance réelle inhibant le développement du parasite, mais à la fluctuation qui permet difficilement, pour une faible intensité d'attaque de rouille noire, de distinguer les catégories « indemnes » et « atteintes » (les plantes de cette dernière catégorie n'ayant qu'une faible sensibilité).

D'ailleurs la sélection exercée en champ sur cette F2 suivant le critère « absence » de rouille noire, a été inefficace en ce qui concerne l'élimination des génotypes $r_i r_i$ (tableau 12 : 18 génotypes $r_i r_i$ retenus pour 23 génotypes $R_1 R_1$).

Le parent Magdalena, qui manifeste également une faible sensibilité au stade adulte vis-à-vis de la race 21, ne présente, sur un effectif d'environ 60 plantes observées, que de faibles attaques de rouille noire (note 0,5).

L'expression du gène R_1 s'est cependant clairement manifestée l'année suivante (1953) sur la F3 de ce croisement, à l'occasion d'une épidémie artificielle de rouille noire (race 21) particulièrement forte (tableau XIV).

Tableau XIV

F3 du croisement III = Magdalena × 80
Correspondance du comportement des lignées en serre et en champ

Génotypes des plantes maternelles	Comportemeut au stade plantule	Comportement au stade adulte (nombre de lignées) (1)		
		homog. résist.	en disj.	homog. sensib.
R_1 R_1	homog. résistantes	21	2	0
R_1 r_i	en disjonction	2	43	0
r_i r_i	homog. sensibles		5	13

(1) Échelle de notation en champ :
lignées « homogènes résistantes » : plantes notées : 0 ou « traces » de rouille noire
lignées « en disjonction » : présence de plantes notées 1
lignées « homogènes sensibles » : toutes plantes notées 1
Magdalena : 1 à 1,5
Lignée 80 : traces

La correspondance entre le comportement des lignées en serre et en champ est très étroite. Les quelques exceptions relevées (nombres soulignés) peuvent être imputées : soit à un défaut de contamination en serre ou en champ, soit à la ségrégation d'une deuxième paire allélomorphique comprenant le gène R2 de résistance de la lignée 80.

On constate cependant :

— qu'une telle ségrégation, qui ne se manifeste pas au stade plantule, n'aurait qu'un effet très limité au stade adulte ;

— que le parent Magdalena, sensible en serre, mais peu sensible en champ vis-à-vis de la race 21, présente un phénotype comparable à celui des génotypes $r_i r_i R_2 R_2$ issus, par exemple, du croisement (Nord-Desprez × 80) ;

— que les descendances F2 et F3 du croisement (Magdalena × 80) ne présentent au stade adulte que des plantes peu atteintes, c'est-à-dire phénotypiquement comparable au parent Magdalena.

Tout se passe donc, sur cette descendance, comme si au gène R_2 de résistance de la lignée 80 correspondait, chez la variété Magdalena, un allélomorphe de même constitution ou d'effet très voisin.

CONCLUSION

La transmission du caractère résistance à la race 21 de rouille noire semble résulter, sur les descendances de la lignée 80, de l'interaction de gènes situés sur deux locus indépendants et appartenant à deux séries alléliques.

Les gènes R_1 et R_2 de la lignée 80 sont *effectifs au stade plantule comme au stade adulte*, mais leur expression, pour ces deux stades, varie suivant les allélomorphes de sensibilités présents sur ces locus, et d'autre part les catégories phénotypiques que l'on peut distinguer sont moins nombreuses au stade plantule qu'au stade adulte.

L'action du facteur R_1, dominant aux deux stades, est la plus importante ; la dominance du facteur R_2 est moins marquée, surtout au stade adulte.

Au stade plantule, les gènes R_1 et R_2 s'expriment de manière épistatique : suivant les allélomorphes r_i et r_j auxquels ils sont opposés, R_1 apparaît épistatique de R_2 ou R_2 est ineffectif en l'absence de R_1 ; en d'autres termes, suivant les cas, le gène R_1 ou son allélomorphe r_i sont épistatiques de R_2 (disjonctions 12-1-2-1 ou 9-3-4 de la descendance des plantes hétérozygotes pour les deux locus).

Au stade adulte, par contre, ces relations d'interaction se manifestent d'une manière moins étroite, en sorte que les effets des divers gènes R_1, R_2, r_i, r_j apparaissent cumulatifs.

Cette réduction des catégories phénotypiques que l'on peut distinguer au stade plantule conduit à ce que le comportement de certaines lignées apparaît sensiblement différent suivant le stade où il est observé.

Ainsi, dans certains cas, les plantes de génotypes $R_1 R_1 r_j r_j$ sont résistantes en serre, mais atteintes en champ (peu sensibles) alors que les plantes de génotype $r_i r_i R_2 R_2$ sont sensibles en serre, mais également peu sen-

sibles en champ. Ce dernier cas est, d'ailleurs, celui de la variété *Magdalena*, utilisée comme parent d'une des descendances étudiées dans ce travail. La résistance pratique de *Magdalena* au stade adulte ne résulte pas de l'intervention d'une « résistance au stade adulte » de nature particulière, mais de l'action d'une résistance physiologique déterminée par un allèle dont l'effet est très voisin de celui du gène R_2 de la lignée 80.

Un déterminisme analogue du caractère « résistance à la rouille noire » — intéraction de séries alléliques situées sur des locus différents et conduisant à des catégories phénotypiques plus nombreuses au stade adulte qu'au stade plantule — permettrait d'expliquer de nombreuses anomalies rencontrées dans des études semblables :

— mise en évidence de caractéristiques de « résistance au stade adulte » d'hérédité mendélienne, alors que dans la généralité des cas, l'hérédité d'un tel type de résistance apparaît plurifactorielle ;

— défauts de correspondance, dans certains cas, des observations effectuées en serre et en champ.

La sélection des descendances de la lignée 80 du point de vue résistance à la rouille noire peut être conduite avec précision en fonction des observations effectuées en serre : elles permettent de déterminer la constitution génétique des plantes maternelles des lignées en ce qui concerne le locus du gène R_1 et, dans une certaine mesure, suivant les cas, celle relative au locus du gène R_2.

L'observation du comportement en champ des lignées est cependant nécessaire car elle permet de préciser leur constitution pour ce deuxième locus.

Réalisées à un stade précoce, dès la F3, les observations sur plantules peuvent porter sur un ample matériel : l'efficacité de l'ensemble de la sélection peut être ainsi très largement amélioré.

Les descendances en F4 de divers croisements entre la lignée 80 ou une lignée sœur de cet hybride (lignée 90), possédant les mêmes gènes de résistance, et les variétés *Étoile de Choisy*, *Vilmorin 27*, *Yga*, ont également été testées en serre et en champ, vis-à-vis de la race 21. Les observations effectuées ont confirmé les conclusions présentées dans ce travail.

Résumé

Le comportement vis-à-vis de la race 21 de rouille noire d'un matériel hybride a été observé sur plantules, pour des contaminations réalisées en serre et, sur plantes adultes, à l'occasion d'épidémies artificiellement installées en champ.

Les descendances étudiées étaient issues de la lignée 80, hautement

résistante, vis-à-vis de la race 21 à ces deux stades, et de trois variétés sensibles au stade plantule, mais présentant, au stade adulte, une sensibilité variable vis-à-vis de cette race, soit :

Nord-Desprez : très sensible au stade adulte,

Hybride 125-11 : sensible au stade adulte,

Magdalena : peu sensible au stade adulte.

L'ensemble des résultats obtenus peut être interprété de la manière suivante :

1° La transmission du caractère résistance de la lignée 80 fait intervenir deux locus indépendants sur lesquels sont situés des gènes différents pour les divers génotypes parentaux, ces gènes constituant deux séries alléliques indépendantes.

2° Le comportement des plantes aux stades plantule et adulte résulte de l'interaction de ces divers allèles ; leur effet est cumulatif au stade adulte, mais présente, au stade plantule, des relations d'épistasie : le nombre de catégories phénotypiques que l'on peut distinguer à ce stade est réduit.

Un tel déterminisme permettrait d'expliquer des anomalies fréquemment observées telles que :

— défauts partiels de correspondance entre des observations effectuées en serre et en champ ;

— différences sensibles de comportement entre descendances d'un même géniteur de résistance, mais issues de parents sensibles différents.

Il a été observé, sur une des descendances étudiées, que la réaction hétérogène des plantules de type X était caractéristique de certains génotypes hétérozygotes pour l'un des deux locus. Une dosesim ple du gène de résistance détermine en ce cas la présence (type 0 ;) ou l'absence (type 4), sur une même feuille, de la réaction provoquée par une dose double de ce gène (type 0 ;).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ausemus (E. R.). — Breeding for disease resistance in wheat, oats, barley and flax. *Bot. Rev.*, **9,** 207-260, 1943.

Ausemus (E. R.), Harrington (J. B.), Worzella (W. W.) and Reitz (L. P.). — A summary of genetic studies in hexaploid and tetraploid wheats. *Journ. Amer. Soc. Agron.*, **38,** 1082-1099, 1946.

Campos (T. A.), Gibler (J. W.), Borlaug (N. E.). — Correlation of seedling and adult plant reaction to stem rust of wheat. *Phytopath.*, **43,** 468, 1953 (abs).

Goulden (C.) et al. — The inheritance of resistance to *Puccinia graminis tritici* in a cross between two varieties of *Triticum vulgare*. *Phytopath.*, **18,** 631-658, 1928.

Hursch (C. R.). — Morphological and physiological studies on the resistance of wheats to *Puccinia graminis tritici*. Eriks and Henn. *Journ. Agr. Res.*, **27,** 381-412, 1924.

Koo (K. S.) et Ausemus (E. R.). — Inheritance of reaction to stem rust in crosses of Timstein with Thatcher, Newthatch and Mida. *Agron. Jour.*, **43,** 194-201, 1951.

Sears (E. R.) et Rodenhister (H. A.). — Nullisomic analysis of stem rust reaction in *Triticum vulgare*, var. Timstein. *Rec. Gen. Soc. Amer.*, **16,** 50-51, 1947.

Stakman (E. C.). — Relation between *Puccinia graminis* and plants highly resistant to its attack. *Jour. Agr. Res.*, **4,** 193-199, 1915.

Stakman (E. C.) et Lévine (M. N.). — The determination of biologic forms of *Puccinia graminis* on *Triticum* spp. *Minn. Agr. Exp. Stat. Techn. Bul.*, **8,** 1922.

NOTE PRÉLIMINAIRE SUR DES PROVENANCES FRANÇAISES DE CHARBON DU BLÉ

PAR

B. SALVAT

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles

---

INTRODUCTION

La lutte contre le Charbon du blé (*Ustilago tritici* (Pers. Jens) est envisagée actuellement selon deux orientations principales : soit le traitement des grains par l'eau chaude à 52°C, qui nécessite l'installation d'un matériel onéreux et l'intervention de spécialistes exercés et dont l'usage ne peut être étendu à l'ensemble de la production des semences ; soit la création de variétés résistantes. Dans ce domaine, au cours des tests effectués afin d'éprouver la résistance des témoins et lignées en cours de sélection, il est apparu que l'espèce *Ustilago tritici* comportait diverses formes physiologiques. Ce fait important a été suggéré en premier lieu par R. A. Rodenhiser en 1925, à la suite d'essais en milieu de culture artificiel réalisés avec *Ustilago tritici* et *Ustilago nuda*, réunis sous la même dénomination spécifique mais formant deux groupes de « races » spécialisées ; l'auteur estime que l'on doit pouvoir séparer les formes physiologiques de Charbon du blé soit au laboratoire par des caractéristiques culturales, soit au champ par leur action pathogène sur des hôtes différentiels. En 1928 il distingue en effet, par la première méthode, quatorze races puis, utilisant la seconde W. F. Hanna et W. Popp mettent en évidence, au Canada, deux races, l'une infectant une série de variétés de blé tendre mais n'infectant pas deux variétés de blé dur, l'autre ayant un effet réciproque. Ultérieurement de nombreux travaux tels ceux de K. Grevel à Halle (1930), de E. Radulescu à Cluj (1935), de E. Larose et R. Vanderwalle (1939) confirment le rôle de la variété de blé-hôte et l'importance économique des races physiologiques. Actuellement, ne serait-ce qu'aux Etats-Unis, le laboratoire de Phytopathologie de W. M. Bever à Beltsville (Maryland) distingue une douzaine de races.

En matière de sélection, il semble possible de considérer une « race » comme une population définie d'après les limites des taux d'infection produits sur certaines variétés qui pourront servir de témoins au cours des tests.

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

A Versailles, les résultats des contaminations artificielles annuellement effectuées sur les variétés inscrites au Catalogue des espèces et variétés, à partir de charbon prélevé sur *Vilmorin 27*, ont tout d'abord permis d'établir la liste des variétés résistantes comparativement à ce témoin, lui-même fortement infecté par le charbon provenant de *Flèche d'Or* et de *Côte d'Or* et se montrant assez sensible aux contaminations naturelles en diverses régions de grande culture.

En 1948, des tests méthodiques, entrepris à Versailles à partir de races envoyées par la Station de Gembloux et portant sur une série de variétés, ont mis en évidence, parmi d'autres résultats, la sensibilité de la variété *Hybride de Bersée* vis-à-vis de la race belge portée par la variété *18-102*. Les taux d'infection d'une centaine de plantes s'élevaient à 30 p. 100 des plantes et 20 p. 100 des épis. Par contre, ainsi qu'il avait été mentionné jusqu'alors, le charbon de *Vilmorin 27* (Versailles) n'infectait en aucun cas *Hybride de Bersée* tandis que plus de 60 p. 100 des plantes de *Vilmorin 27* et plus de 50 p. 100 de ses épis étaient infectés par la souche *18-102*.

En outre, en 1949, quelques infections naturelles furent observées dans un champ d'*H. de Bersée* dans le département du Nord, en zone frontalière.

Il semblait intéressant, dans un programme d'étude sur la résistance au charbon, de tenir compte de ces deux races bien distinctes et d'entreprendre une prospection dans le double but : d'une part d'essayer de détecter la race 18-102, d'autre part, d'inventorier les principales autres races pouvant exister en France.

Avec l'aide efficace des Directions des Services Agricoles, de nombreux échantillons comportant des épis charbonnés ainsi qu'au moins un épi sain de la variété infectée, furent collectés en 1952, en provenance des diverses régions productrices de blé.

A partir de ce matériel, des contaminations artificielles furent effectuées en 1952 à Versailles sur les variétés s'étant avérées antérieurement très sensibles, peu sensibles ou entièrement résistantes aux races infectant *Vilmorin 27* et *Hybride de Bersée* (*18-102*), variétés-hôtes telles qu'*Hybride de Bersée, Vilmorin 27, Fylgia, Vilmorin 23, Vilmorin 29* puis, dans la mesure du possible sur des variétés communément cultivées et sur les hôtes correspondant aux supports des origines de charbon.

En fait, tous les envois reçus n'ont pu être utilisés, un certain nombre étant parvenus après floraison des variétés en collection.

Les contaminations artificielles doivent en effet être effectuées au stade optimum correspondant au jaunissement des anthères jusqu'à leur déhiscence non incluse. La méthode est appliquée par voie humide, la

suspension de spores dans l'eau préparée juste avant usage étant déposée, fleur par fleur, sur le stigmate ; l'épi est maintenu en autofécondation sous sachet de cellophane. Les taux d'infection relevés antérieurement sur des témoins contaminés au même stade suivant ce procédé, mais par des spores à l'état sec, étant très voisins, cette dernière technique a été rejetée afin d'éviter la dissémination des spores ; dans ce même but, l'année suivante, les épis infectés ont été ensachés à l'épiaison.

Les taux moyens d'infection indiqués ci-dessous ont été relevés sur témoin sensible :

Variété	Source de charbon	Plantes infectées %	Epis infectés %
Vilmorin 27	*Vilmorin 27* (Versailles)	74,4	35,6
« «	*H. de Bersée* (18-102)	66,6	21,9

L'examen des résultats se rapportant aux provenances françaises ne saurait être entrepris sans considérer deux points de vue importants.

En premier lieu, il semble utile de préciser qu'ils sont valables dans le cadre des conditions annuelles de culture au champ auxquelles toutes les variétés-supports des provenances et leurs témoins ont été soumis. En dehors des données empiriques et courantes ou expérimentales (V. Tapke, O. Herzberg, A. J. Oort) relatives à l'influence des facteurs du milieu, au moment de la contamination, sur les taux d'infection, il paraît utile de signaler les différences obtenues sur deux lots de témoins contaminés dans les mêmes conditions mais ayant été cultivés jusqu'au stade montaison non compris, dans des conditions de milieu nettement différentes, comme il est indiqué dans le tableau comparatif suivant :

Tableau I

Variétés	Semis direct au champ — Temp. minima du 1/2 au 7/2/53 à + 0,05 m au dessus du sol gazonné $-9°2 < t°C < -1°3$				Semis en pots sous châssis (repiqués au champ, sur même parcelle, après tallage)		
	Souche de charbon	% de pltes charbonnées	Nbre de pltes	% d'épis charbonnés	% de pltes charbonnées	Nbre de pltes	% d'épis charbonnés
Blé des Dômes	*V 27* (Vers.)	0	22	0	18,1	11	2
Vilmorin 27 ..	*18-102*	0	20	0	63,6	11	20,9
	Vilm. 27	100	12	45,2	82,6	23	26,5
	18-102	88,2	17	25,7	67,6	34	41,9
	Vilm. 27	0	22	0	0	21	0
Vilmorin 23 ..	*18-102*	0	24	0	0	24	0

Il en ressort que les différences sont particulièrement marquées pour une variété telle que *Blé des Dômes* présentant, en conditions normales, une sensibilité sporadique. Aussi, dans les essais sur les provenances, les cas extrêmes ont-ils été seulement retenus comme il est indiqué plus loin.

En second lieu on peut remarquer que les contaminations des témoins ayant porté sur un nombre assez élevé d'épis, les résultats sont exprimés en pourcentages. Mais il est nécessaire de préciser que si la méthode par voie humide est efficace et offre la sécurité de ne pas répandre les spores, elle provoque une assez forte proportion de coulure ; or, dans le cas des provenances, le nombre des contaminations a matériellement été réduit par le temps, aussi l'interprétation des résultats s'y rapportant a-t-il comporté pour chaque cas le calcul de sa probabilité à partir de l'équation tirée de la loi binômiale :

1° Dans le cas où une classe est égale à 0, en admettant comme probabilité limite de l'événement : 0,05, on en déduit la probabilité relative aux fréquences obtenues.

2° Dans le cas où deux classes sont observées, le nombre total de plantes comportant K plantes sensibles et (N-K) plantes résistantes, on applique la formule :

$$P^{(K)} = \frac{N!}{K!\,(N-K)!} \times \left(\frac{n}{100}\right)^{K} \times \left(\frac{n'}{100}\right)^{N-K}$$

dans laquelle $\frac{n}{100}$ et $\frac{n'}{100}$ expriment les proportions théoriques respectives de plantes sensibles et résistantes correspondant aux diverses classes établies

II. — RÉSULTATS

Compte-tenu de cette interprètation, quelques résultats préliminaires ont pu être retenus.

Tout d'abord les variétés figurant dans le *tableau II* se sont montrées résistantes à toutes les origines testées.

En ce qui concerne le cas de la variété *Hybride de Bersée*, il apparaît que la race *18-102* n'est pas jusqu'alors répandue dans les régions prospectées.

Par ailleurs, deux catégories de provenances peuvent être délimitées :

1° Les provenances qui infectent assez sensiblement ou sensiblement des variétés peu ou pas atteintes en conditions normales de culture au champ, par la souche de *Vilmorin 27* Versailles. Elles correspondent aux résultats du tableau comparatif (*tableau III*).

Tableau II

Matériel trouvé résistant à la suite des contaminations faites par les provenances testées à Versailles	Origines de charbon	Variétés ou populations supports	Valeurs des probabilités
Alsace 22	Grignon (S.-et-O.).	*Florence-Aurore* × *Pusa.*	0,92
		Alba.	0,74
		Minhardi.	0,45
		Champagne.	0,03
	St-Ail (M.-et-M.).	*Vilmorin 27.*	0,93
	Versailles.	*Florence-Aurore* × *Pusa.*	
Cappelle	Grignon.	*Florence-Aurore* × *Pusa.*	0,93
		Alba.	0,93
	St-Ail (M.-et-M.).	*Vilmorin 27.*	0,53
		Pévèle.	0,93
	Troulé (Morbihan)	*Vilmorin 27.*	0,74
	Versailles.	*Vilmorin 27.*	0,93
Etoile de Choisy	St-Ail (M.-et-M.).	*Vilmorin 27.*	0,15
	Tullrois (Isère).	*Vilmorin 27.*	0,15
	Coupéville (Marne).	*Blé des Dômes.*	0,33
	Étoges (Marne).	*Sillon d'Or.*	0,33
	Camp-en-Amiens (Somme).	*Bretagne.*	0,39
	Vallée du Tarn (T.-et-G.)	*Petit-Quinquin.*	0,93
	Versailles.	*Vilmorin 27.*	0,93
Hybride de Bersée	Fleurance (Gers).	*Docteur Mazet.*	0,15
	Herdigneul (P.-de-C.).	*Marival.*	0,25
	Guigneville (Loiret).	*Marival.*	0,45
	Arrautes (B.-P.).	*Marival.*	0,93
	Étoges (Marne).	*Blé des Dômes.*	0,53
	Pertuis (Vaucluse).	*Blé des Dômes.*	0,74
	Barras (Basses-Alpes).	*Blé des Dômes.*	0,93
	St-Laurent (Manche).	*Bretagne.*	0,33
	Camp-en-Amiens (Somme).	*Bretagne.*	0,93
	Paule (C.-du-N.).	*Bretagne.*	0,93
	La Côte-St-André (Isère).	*Blé du Mesnil.*	0,33
	Berry-au-Bac (Aisne).	*Bellevue.*	0,45
	Aulnay (Seine-et-Marne).	*Espoir.*	0,25
	Vallée du Tarn (T.-et-G.).	*Hybride de la Tour.*	0,25
	Vallée du Tarn (T.-et-G.).	*Petit-Quinquin.*	0,25
	Barras (Basses-Alpes).	*Population de pays.*	0,56
	Pahlers (Lozère).	*Blé bourru de pays.*	0,93
	Vensat (Puy-de-Dôme).	*Population de pays.*	0,74
	Haut-Corlay (C.-du-N.).	*Goldendrop 184.*	0,45
	Montceaux-les-Provins (S.-et-M.).	*Vilmorin 27.*	0,39
	Tullrois (Isère).	*Vilmorin 27.*	0,49
	St-Ail (M.-et-M.).	*Vilmorin 27.*	0,56
	Guigneville (Loiret).	*Vilmorin 27.*	0,56
	Barras (Basses-Alpes).	*Tuzelle.*	0,49
	Barras (Basses-Alpes).	*Renfort.*	0,33
	Neuville-Bosmont (Aisne).	*Tadépi.*	0,74
	Buigny-St-Maclou(Somme).	*Tadépi.*	0,93
	Berry-au-Bac (Aisne).	*Reims.*	0,93
	Étoges (Marne).	*Sillon d'Or.*	0,93
	Grignon (S.-et-O.).	*Florence-Aurore* × *Pusa.*	0,93
	Manosque (Basses-Alpes).	*Florence-Aurore.*	0,93
	Grignon.	*Alba.*	0,93
Vilmorin 23	Claville (Seine-Inférieure).	*Marival.*	0,93
	Herdigneul (P.-de-C.).	*Marival.*	0,93
	Arrautes (Basses-Pyr.).	*Marival.*	0,25
	Paule (C.-du-N.).	*Bretagne.*	0,74
	Camp-en-Amiens (Somme).	*Bretagne.*	0,74
	Plélo (C.-du-N.).	*Yveline.*	0,39
	Étoges (Marne).	*Sillon d'Or.*	0,15

TABLEAU II (suite)

Matériel trouvé résistant à la suite des contaminations faites par les provenances testées à Versailles	Origines de charbon	Variétés ou populations supports	Valeurs des probabilités	
Vilmorin 29	Troulé (Morbihan).	*Marival.*	0,93	
	Pertuis (Vaucluse).	*Blé des Dômes.*		0,25
	Grignon.	*Alba.*		
	Grignon.	*Minhardi 3.*	0,93	
	Grignon.	*Florence-Aurore* × *Pusa.*		0,53
	Berry-au-Bac (Aisne).	*Reims.*	0,93	
	Pahlers (Lozère).	*Blé bourru de pays.*	0,93	
Yga	Grignon.	*Pusa 6.*		0,53
	St-Ail (M.-et-Moselle).	*Vilmorin 27.*	0,93	

2° Les provenances n'infectant pas ou à des taux peu élevés des variétés sensibles ou très sensibles à la souche de *Vilmorin 27* Versailles mentionnées dans le *tableau IV* relativement aux témoins.

Superficiellement on pourrait remarquer que les origines ainsi retenues sont dispersées dans des zones géographiquement bien distinctes. En fait, les aires de production des semences, parfois indiquées sur l'échantillon, ne correspondent pas toujours à l'origine indiquée ci-dessus. Celle-ci précise seulement la présence de la souche dans la zone cultivée.

Plusieurs races peuvent d'ailleurs coexister dans une même localité comme semblent l'indiquer les taux d'infections obtenus à Versailles à partir d'échantillons prélevés à Grignon par M. MASSENOT (*tableau V*).

On peut ici distinguer deux races A et D. Cependant, les réactions variétales à une provenance donnée, prélevée en un même lieu sur un même support, restent bien caractérisées, comme il ressort des résultats suivants comparés à ceux du tableau précédent (*tableau VI*).

Pratiquement la variété-hôte sur laquelle est récoltée la souche de charbon peut se montrer faiblement sensible à cette souche et la disperser sur des variétés qui seront fortement infectées.

Ainsi, la provenance prélevée à Grignon sur *Hybride de la Noue,* qui infecte à des taux élevés *Vilmorin 27* n'atteint *H. de la Noue,* contaminé à Versailles, dans les mêmes conditions, qu'à un taux faible.

Par contre, la variété-hôte peut, dans certains cas, exercer une action sélective sur le pouvoir pathogène d'une race comme dans les exemples suivants notés à Versailles (*tableau VII*).

Le rôle de la variété-hôte vis-à-vis de son parasite apparaît donc en première approximation sous deux angles très différents suivant les variétés : les unes transmettant la forte virulence d'une race sans être fortement infectées par son passage, les autres modifiant la virulence de la race.

TABLEAU III

Origines de charbon	Variétés supports	Variétés testées à Versailles	Taux de plantes charbonnées %	Taux d'épis charbonnés %	Probabilités correspondantes		
Versailles	*Vilmorin 27.*	*Blé des Dômes.*	0	0	> 0,93		
Barras (Basses-Alpes)	*Blé des Dômes.*	*Blé des Dômes.*	14,2	2,5		0,36	
Versailles	*Vilmorin 27.*	*Fylgia.*	0	0	> 0,93		
Barras (Basses-Alpes)	*Blé des Dômes.*	*Fylgia.*	28,5	7,5			0,19
Herdigneul (P.-de-C.)	*Marival.*	*Fylgia.*	50	19,6		0,31	
St-Ail (M.-et-Moselle)	*Pévèle.*	*Fylgia.*	38,4	12,3			0,010
Camp-en-Amiens (Somme).	*Bretagne.*	*Fylgia.*	83,3	20,3		0,27	
Pertuis (Vaucluse)	*Blé des Dômes.*	*Fylgia.*	0	0	> 0,93		
Grignon (S.-et-O.)	(*Florence* × *Aurore*) × *Pusa.*	*Marival.*	71,4	20,4			0,17

TABLEAU IV

Grignon (S.-et-O.)	*Alba.*	*Vilmorin 27.*	27,2	8,6			0,13
Grignon (S.-et-O.)	*Alba.*	*Alba.*	6,6	3,2		0,20	
Oraison (Basses-Alpes) ...	*Popul. de pays.*	*Vilmorin 27.*	0	0	> 0,93		
Betteville-en-Caux (S.-I.)..	*Petit-Quinquin.*	*Vilmorin 27.*	0	0		0,49	
St-Ail (M.-et-Moselle)	*Champagne.*	*Vilmorin 27.*	21,4	11,2		0,24	
St-Ail (M.-et-Moselle)	*Champagne.*	*Champagne.*	40	15			0,033
18-102 (Gembloux).....	*H. de Bersée.*	*Champagne.*	62,5	16,4			0,16
St-Ail (M.-et-Moselle)	*Pévèle.*	*Maximum Cambier.*	12,5	7		0,27	
St-Ail (M.-et-Moselle)	*Pévèle.*	*Pévèle.*	26,6	7,8		0,17	
18-102 (Gembloux).....	*H. de Bersée.*	*Maximum Cambier.*	59	9,5			0,043
Versailles	*Vilmorin 27.*	*Alba.*	44,7	8,6	> 0,93		
Grignon (S.-et-O.)	*Pusa 6.*	*Renfort.*	12,5	4,4		0,27	
Versailles (S.-et-O.)	*Vilmorin 27.*	*Renfort.*	62,5	17,5		0,25	
Fleurance (Gers)	*H. de Wattines.*	*H. de Wattines.*	5,2	1,6			0,18

Tableau V

Origine de charbon	Variétés supports	Variétés testées à Versailles	Taux de plantes charbonnées %	Taux d'épis charbonnés %	Probabilités correspondantes
Grignon (S.-et-O.) A	*Florence* × *Aurore* × *Pusa.*	*Marival.*	71,4	20,4	0,17
— B	*Minhardi.*	*Marival.*	10	3,9	0,03
— C	*Alba.*	*Marival.*	8,3	2,6	0,26
— D.....	*Hybride de la Noue.*	*Marival.*	0	0	> 0,93
	Hybride de la Noue.	*Hybride de la Noue.*	14,2	3,1	0,18

Tableau VI

Grignon (S.-et-O.) A	*Florence* × *Aurore* × *Pusa.*	*Vilmorin 27.*	60	21	0,20
— B	*Minhardi.*	*Vilmorin 27.*	66,6	27,7	0,16
— C	*Alba.*	*Vilmorin 27.*	27,2	8,6	0,13
— D	*Hybride de la Noue.*	*Vilmorin 27.*	64,7	27,5	0,11

Tableau VII

Années des résultats	Souches de charbon	Variétés contaminées	Taux de plantes charbonnées %	Taux d'épis infectés %	Probabilités correspondantes
1952	*18-102* sur *H. de Bersée.*	*Hybride de Bersée.*	36	10	
	18-102 sur *H. de Bersée.*	*Progress.*	4,3	1	0,29
1953	*18-102* sur *H. de Bersée.*	*Hybride de Bersée.*	36,8	10,5	0,14
	18-102 sur *H.* $\frac{\text{de Bersée.}}{\text{Progress}}$	*Hybride de Bersée*	5,5	1,7	0,30

Une race est vraisemblablement constituée par une population dont la composition génétique doit plus ou moins varier, en particulier, suivant celle de son hôte. En fait, l'extériorisation des caractéristiques héréditaires apparaît complexe et modifiée par le milieu, aussi, des études entreprises d'une part, suivant la technique de W. Popp, sur la croissance réciproque de l'hôte et du parasite, d'autre part, sur le comportement génétique des variétés envisagées, pourraient peut-être apporter quelques éclaircissements sur ce sujet.

Au point de vue pratique, la seconde étape de ce travail préliminaire sur des provenances françaises de charbon consiste parallèlement à poursuivre les tests sur témoins afin d'éliminer les facteurs annuels et par ailleurs à isoler, pour les identifier, à partir des provenances retenues, des races bien individualisées sur les hôtes différentiels américains auxquels s'ajoutent des variétés françaises.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bever (W. M.). — Physiologic races of *U. tritici* in the eastern soft wheat region of the U.S. *Phytopath*, XXXVII, 889-895, 1947. — Further studies on Physiologic races of *Ustilago tritici*. *Phytopath.*, XLIII, 681-683, 1953.

Caldwell (R. M.) et Campton (L. E.). — Cross inoculation with loose smut of wheat. *Phytopath.*, XXX, 3, 1940.

Grevel (F. K.). — Untersuchungen über das Vorhandensen biologischer Rassen der Flugbrandes des Weizens (*Ustilago tritici*). *Phytopath. Z.*, II, 209-233, 1940.

Hanna (W. F.). — Physiologic forms of loose smut of wheat. *Can. J. Res.*, XV, 141, 1937.

Hanna (W. F.) et Popp (W.). — Physiologic forms of loose smut of wheat. *Phytopath.*, XXII, 110, 1932.

Holton (C. S.). — Physiologic specialization and genetics of the smut fungi. *Bot. Rev.*, XIX, 4, 187-208, 1953.

Moore (M. B.). — Pathogenicity of different collections of *Ustilago tritici*. *Phytopath.*, XXVI, 103, 1936.

Pieckenbrock (P.). — Untersuchungen über das Verhalten des *Ustilago tritici* an Sorten und Kreuzungen. *Kühn-Arch.*, XV, 411-454, 1927.

Popp (W.). — Infection on seeds and seedlings of wheat and barley in relation to development of loose smut. *Phytopath.*, XLI, 3, 261-275, 1951.

Radulescu (E.). — Untersuchungen über die physiologische Specialisierung bei Flugbrand des Weizens, *Ustilago tritici* (Pers) Jens. *Phytopath. Z.*, VIII, 253-258, 1935.

Rodenhiser (R. A.). — Physiologic specialization of *Ustilago nuda* and *Ustilago tritici*. *Phytopath.*, XVI, 1001-1007, 1926.

Roemer (Th.), Fuchs (W. H.) et Isenbeck (K.). — Die Zuchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen [*Ustilago tritici*]. *Kühn-Arch.*, 347-353, 1938.

Tapke (V. F.). — Environment and the Cereal Smuts. *Bot. Rev.*, XIV, 359-412, 1948.

Valdeyron (G.). — La multiplication du Florence × Aurore et la lutte contre le charbon du Blé en Tunisie. *B.T.I.*, 17-18, 103-105, 1947.

VALDEYRON (G.). — Remarques sur l'évolution du charbon interne dans quelques cultures de multiplication de Florence × Aurore en Tunisie. *C. R. Ac. Agric.*, XXXVIII, 12, 471-474, 1952.

VALDEYRON (G.), PETIT (A.), SEGUELA (J.). — L'organisation de la lutte contre le charbon interne du blé par la désinfection des semences, basée sur la détection précoce de l'infection. *C. R. Ac. Agr.*, XXXIX, 14, 666-672, 1953.

ÉTUDES PRÉLIMINAIRES A LA CRÉATION D'UN CATALOGUE DES ESPÈCES ET VARIÉTÉS DE VESCES CULTIVÉES EN FRANCE

PAR

P. HUGUES

Station d'Amélioration des Plantes
du Centre de recherches agronomiques du Midi,
École nationale d'Agriculture de Montpellier.

PLAN DU MÉMOIRE

I. **Introduction : But du Travail.**

II. **Étude des caractères morphologiques et physiologiques permettant la différenciation des provenances commerciales, types culturaux et variétés de la Vesce commune** *Vicia Sativa L.*

III. **Description de quelques provenances commerciales de Vesce commune, et classification.**

IV. **Autres espèces cultivées de Vesce** : *Vicia Varia* HOST.

V. **Conclusion.**

I. — INTRODUCTION : BUT DU TRAVAIL [1]

De longue date, la grande majorité des semences de Vesces commercialisées en France est importée chaque année de l'étranger,. Les transactions ont été, au cours des 20 dernières années, de l'ordre de 100 000 quintaux par an ; nos fournisseurs étaient autrefois principalement l'Europe Centrale et les Balkans, actuellement les pays du Proche-Orient.

Si, comme nous l'avons fait depuis 1950, on cultive un certain nombre d'échantillons de semences des lots commerciaux, on constate qu'ils ne répondent, en général, que très imparfaitement aux dénominations sous lesquelles ils sont vendus. Un même lot est souvent aussi bien commercialisé sous l'étiquette : Vesce de printemps, que sous le nom de Vesce d'hiver, suivant la catégorie d'utilisateurs à laquelle on s'adresse, ou la région dans laquelle a lieu la vente. La plupart du temps d'ailleurs, on a affaire

[1] Réalisé avec la collaboration de M. M. FERRET, Agent technique, et le concours financier du Fonds national de Progrès agricole (section semences fourragères).

à un mélange, dans des proportions très diverses suivant la provenance, de semences de types d'une valeur culturale très différente ; parfois même il s'agit de plusieurs espèces botaniques de Vesces.

Un tel état de choses est extrêmement préjudiciable à l'extension de cette légumineuse précieuse à plusieurs titres, en particulier par sa valeur fourragère et sa qualité de plante annuelle : le cultivateur ne pouvant avoir aucune certitude sur les aptitudes culturales des semences qu'il achète ; le commerçant sérieux, ne pouvant de son côté, fournir aucune garantie sur la valeur d'utilisation de la marchandise qu'il vend.

Un progrès considérable serait accompli à la fois dans l'utilisation et la commercialisation des Vesces si la possibilité était donnée à l'agriculteur de se procurer des semences homogènes, dont le vendeur garantirait les aptitudes culturales.

Le but de notre travail a été précisément de déterminer et d'étudier les caractères morphologiques et physiologiques permettant de différencier les uns des autres les types culturaux, variétés, provenances commerciales, des Vesces cultivées, en particulier de la Vesce commune *Vicia sativa* L., de manière à pouvoir jeter les bases d'une réglementation officielle du commerce des semences de ces légumineuses fourragères.

II. — ÉTUDE DES CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES ET PHYSYOLOGIQUES PERMETTANT LA DIFFÉRENCIATION DES PROVENANCES COMMERCIALES, TYPES CULTURAUX ET VARIÉTÉS DE LA VESCE COMMUNE *VICIA SATIVA* L.

Les observations ont été effectuées pendant 4 ans, de 1950 à 1953, sur des échantillons de nombreuses provenances : France, Afrique du Nord, Balkans, Turquie, Syrie, Allemagne, Pologne, Grande-Bretagne, U. S. A..., semés chaque année à deux époques différentes : automne et printemps, de manière à se rendre compte, dans une certaine mesure, de la fluctuation des caractères.

Voici la *liste des lots étudiés, avec l'indication de leur dénomination et de leur provenance* :

I. — Lots de Vesce commune : *Vicia Sativa* L.

France :

Puy, Population originaire de la Haute-Loire ;
Hiver de Denaiffe à Carignan, Ardennes (SCV) (1) ;
Hiver de Rivoire à Romans (Drôme) (SCV) ;

(1) SCV : Echantillons reçus par l'intermédiaire de la Station centrale d'Amélioration des plantes de Versailles.

Hiver de St-Omer, Carneau frères à Orchies (Nord) = Nord 1 ;
Claudia Bleue, de Clause à Brétigny-s-Orge (Seine-et-Oise) ;
Du Carouge, de Clause à Brétigny-s-Orge (Seine-et-Oise) ;
Vesce Bleue, des collections de l'E. N. Agriculture, Rennes ;
Printemps de Lepeuple à Orchies (Nord) (SCV) ;
Printemps de Desprez à Cachomprez-Templeuve (Nord) (SCV) ;
Printemps de Denaiffe à Carignan, Ardennes (SCV) = Nord 4 ;
Printemps de Bataille à Fretin (Nord) (SCV) = Nord 3 ;
Printemps de Vilmorin à Verrières-le-Buisson (SCV) ;
Printemps de Pucel, à Cambrai (SCV) ;
Printemps de Clause nos 22703 et 34773, à Brétigny-s-Orge (SCV) ;
Printemps de Truffaut à Versailles (Seine-et-Oise) (SCV) ;
Printemps de Rivoire à Romans (Drôme((SCV) ;
Sélections de Blondeau à Bersée (Nord) nos V W1 = Nord 2 ; V W2 ; 136 ; 147 ; 148 ; 153 ; 154 ; 157 ; 165 ; 171 ; 178 ; 179 ; 181 ;
Vesce à graine blanche, Population cultivée en Provence et à l'E. N. Agriculture, Montpellier ;
Vesces de Turquie, importation directe (GNIS) (1) ;
Vesces de Syrie-Liban, importation directe (GNIS) ;

Algérie :

du Service de l'Expérimentation Agricole, Maison-Carrée :
Bulgarie, Alger 3245 et 132, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 145, 148, 149, 150, 151 ;
Kabylie Alger 3249-3 et 115, 116, 118, 119, 124, 125, 128, 130 ;
Roumanie Alger 3232-2, 3232-3, 3226-2-1, 3226-2-II ;
Pologne Alger 3505 ;
Printemps Alger 3799 ;
Syrie Alger 184, 185, 186, 188, 250 ;
Languedoc Alger 3240-1, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 161, 162, 164, 165, 166, 167.

Allemagne :

du Jardin Botanique de Gatersleben, Berlin Est :
Angerner (Allemagne) ;
Werther (Allemagne) ;
Anatolie 6128, 6138, 6144, 6146 ;
Bulgarie 6149, 6151 ;
Balkans 6008, 6012, 6020, 6160, 6165, 6170, 6180, 6190, 6197, 6203 ;
V. sativa var. *leganyana*.

(1) GNIS : Echantillons reçus par l'intermédiaire du Groupement national Interprofessionnel des semences.

Belgique :

Station d'Amélioration des Plantes de Gembloux :

Variété *cornigera* 61 ;
— *ferruginea* 64 ;
— *globosa* 65 ;
— *ludoviciana* 67 ;
— *macrocarpa* 68 ;
— *michauxi* 70 ;
— *typica* 76 ;
V. sativa 74 ;
V. sativa 90.

Pologne :

Station Expérimentale Agronomique de Wielichowo :
Cracovie ;
Bydgoszcz ;
Grodzisk.

Grande-Bretagne :

Par la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles :
Hiver Sélection Webb- (Stornbridge) ;
Anglaise de Garton, Warrington ;
Américaine de Garton, Warrington ;
Turque de Garton, Warrington.

États-Unis :

par la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles :
V. sativa Willamette, Belstville.

II. — Lots de diverses espèces de *Vicia*

Vicia varia Host. Cerdagne, E. N. A. Montpellier ;
V. villosa Roth., Wielichowo (Pologne) ;
V. villosa Roth. Anatolie, Gatersleben, Berlin ;
V. dasycapa Ten. Anatolie, Gatersleben, Berlin ;
V. dasycarpa Ten. Balkans, Gatersleben, Berlin ;
V. dasycarpa Ten, 87, Gembloux (Belgique) ;
V. grandiflora Scop., FC. 31898, Belstville (U. S. A.) ;
V. « *hiberna* » Bèla 16 = V. *pannonica* Cranz, Magyarovar (Hongrie) ;
V. hybrida L., E. N. A. Montpellier ;
V. narbonensis L., E. N. A. Montpellier ;
V. purpurascens DC. Anatolie, Gatersleben, Berlin ;

V. ervilia WILLD. Balkans, Gatersleben, Berlin ;
V. angustifolia L. Crète, Gatersleben, Berlin ;
V. angustifolia L. Gard ;
V. atropurpurea DESF. 57 Gembloux, Belgique ;
V. calcarata DESF. 58 Gembloux, Belgique ;
V. melanops SIBTH. et SEN. 69 Gembloux, Belgique ;
V. sepium L. 82 Gembloux, Belgique ;
V. benghalensis L. Rabat (Maroc).

L'attention s'est portée plus particulièrement sur les semences ainsi que sur les tout premiers stades de la croissance des plantes, de façon à pouvoir réaliser le maximum d'observations dans le minimum d'espace et de temps. Cependant n'ont pas été tenus pour négligables certains caractères des plantes adultes, qui sont également susceptibles d'apporter plus de précision dans la différenciation.

Sont étudiés successivement :

Les caractères des semences,

Les caractères des plantules,

Les caractères des plantes adultes.

CARACTÈRES DES SEMENCES

Parmi les nombreux caractères présentés par les semences de la Vesce commune ont été retenus principalement ceux qui ont trait à la forme, la grosseur de la graine, ainsi qu'à la coloration du tégument.

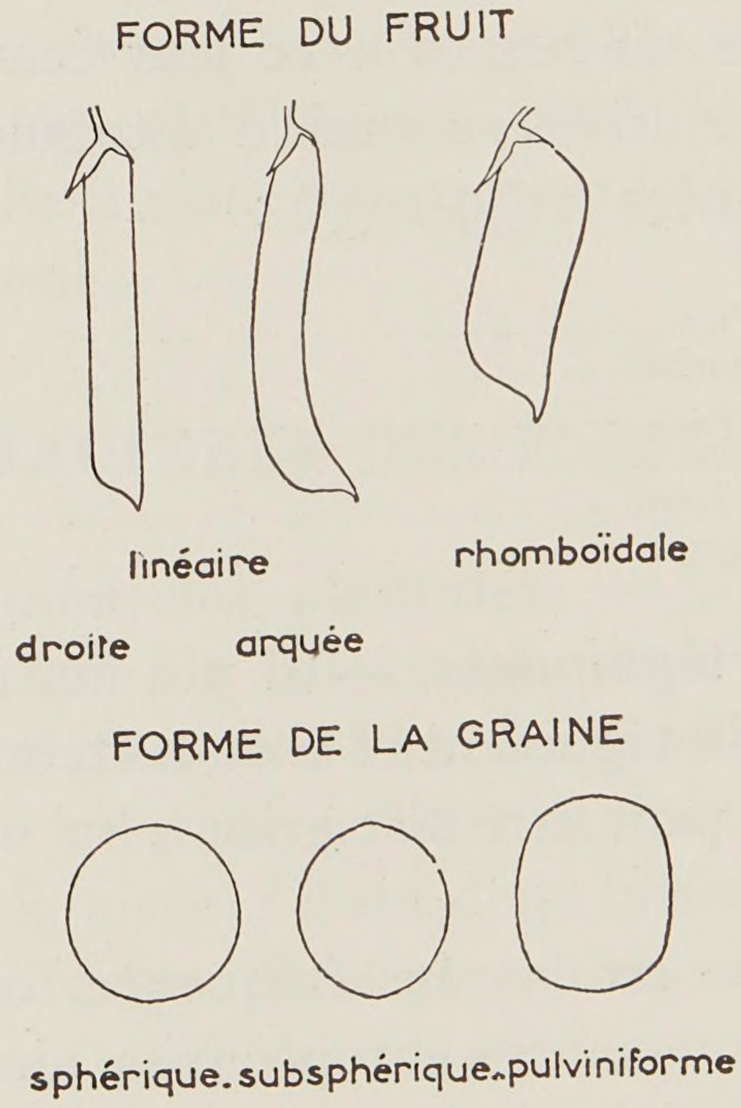


FIG. 1

La forme. — Elle va de la sphère, à une forme polyédrique. La forme sphérique parfaite est assez rare, nous l'avons rencontrée chez une

Vesce à graine bleue (ancienne sélection de Schribaux), beaucoup plus fréquemment la forme est subsphérique (Ex. : Vesce *INRA Hiver*), elle se rencontre surtout chez les types hivernaux à petite graine. La forme lenticulaire aplatie est rare (Ex. : *V. sativa* var. *leganyana* RAP. et LENG. origine Berlin).

Ont été qualifiées de « pulviniformes » des graines en forme de coussinet à angles arrondis ; celle-ci est fréquente chez les types printaniers de vesces à grosses graines (*V. sativa* var. *macrocarpa* MORIS.) (fig. 1).

La grosseur. — Elle est caractérisée par le poids de 1 000 graines. La fluctuabilité de ce caractère suivant les conditions du milieu cultural et des facteurs climatiques n'est cependant pas un obstacle à son utilisation pour la différenciation des variétés étant donné la variabilité encore plus étendue que l'on constate entre les poids de 1 000 graines de ces dernières.

On rencontre en effet des poids de 1 000 graines compris entre 35 et 130 grammes, suivant les variétés de *V. sativa* L. Les plus faibles ont été constatés chez les types hivernaux à petites graines sphériques, les plus élevés, chez les types printaniers à grosses graines pulviniformes.

3 catégories de grosseur peuvent être considérées, suivant que le poids de 1 000 graines est :

1° inférieur à 55 grammes : graines petites,

2° compris entre 55 et 80 grammes : graines moyennes,

3° supérieur à 80 grammes : graines grosses.

Quant à l'ordre de grandeur de la variabilité du caractère poids de 1 000 graines, voici les moyennes avec leur écart type, obtenues pour divers types de Vesces, cultivés en semis d'automne à Montpellier pendant une période de cinq années (1949-1953) :

Vesce d'hiver du Puy	46,9 ± 3,02
Vesce à graine blanche	53,2 ± 2,40
S. L. à fleur blanche	57,5 ± 3,70
Vesce de Syrie-Liban	61,1 ± 6,60
Vesce Printemps Nord 3	73,3 ± 6,77
Bulgarie 3245 Alger	75,7 ± 6,07

La coloration des téguments. — Il y a lieu de faire une distinction entre la teinte de fond du tégument et la ou les teintes des ornementations.

La teinte de fond peut être soit grise, plus ou moins foncée, crème, brune, verte, bleu noir.

La coloration grise est la plus fréquente, on la rencontre chez la grande majorité des provenances européennes, ainsi que des vesces orientales. Elle est la moins foncée chez certains types hivernaux à petites graines sphériques.

La coloration verte et la coloration brune sont plus répandues parmi les provenances orientales : Balkans, Turquie, Syrie.

La coloration crème est caractéristique de la variété botanique : *V. sativa* var. *leucosperma* SER. qui serait originaire du Proche-Orient. Elle est assez cultivée aux U. S. A. où elle a été sélectionnée (Vesce « *Oregon Pearl* »). Une sélection en a été également tirée à Montpellier (Vesce *alternative INRA*, à graine blanche).

La coloration bleu foncé caractérise une ancienne sélection de Schribaux, retrouvée dans les collections de l'E. N. A. de Rennes.

Les **ornementations**. Suivant l'étendue qu'elles couvrent à la surface de la graine elles consistent en : ponctuations, mouchetures, tachetures, ou bien en marbrures, panachures. Elles se superposent à la pigmentation de fond du tégument. Il est vraisemblable que, chez les Vesces, comme chez la plupart des légumineuses, l'importance et l'intensité de ces ornementations (« *mottling* ») sont, dans une certaine mesure, en relations avec les conditions du milieu cultural, la nature du sol en particulier.

Cependant, ces ornementations sont, d'une manière générale, moins abondantes et de coloration moins foncée, chez certains types hivernaux à petites graines sphériques, que chez les types printaniers à grosses graines pulviniformes, chez lesquels les panachures recouvrent parfois la presque totalité de la surface de la graine et sont d'une coloration gris foncé, ou bien sépia.

En ce qui concerne le HILE, il est vraisemblable que des caractères pourraient être définis. Les observations sont encore à préciser quant à la grandeur, la forme et la coloration de cette région de la graine.

Quant aux observations sur les COTYLÉDONS, une fois le tégument de la graine enlevé, elles permettent de conclure que les seules différences de coloration doivent être attribuées à l'état de maturation lors de la récolte, et n'ont par suite aucune valeur pour la discrimination des variétés de la Vesce commune.

CARACTÈRES DES PLANTULES

Conditions d'examen des plantules. — L'examen des plantules révèle un certain nombre de caractères importants pour la différenciation. Cet examen doit avoir lieu lorsque tous les étages de feuilles primaires sont développés (ce stade se situe environ une quinzaine de jours à trois semaines après la levée) ; il est donc facile d'obtenir et d'observer un grand nombre d'individus, dans un espace relativement restreint, et en peu de temps.

On doit mettre en garde cependant, contre la réalisation des essais en serre, car les conditions de la croissance n'y sont pas normales, en particulier il se produit une hypercroissance de l'axe épicotylé, tandis qu'au contraire la faculté de ramification est très diminuée. En serre le photo-

tropisme des plantules est voué à l'inégalité, car il est difficile d'y réaliser des conditions d'éclairement uniformes pour toutes.

Pour toutes ces raisons, les essais doivent être effectués dans les conditions extérieures ordinaires, faute de pouvoir réaliser ces dernières en serre. L'examen est tout particulièrement applicable aux échantillons des lots de semences du commerce. Au stade des plantules, il est relativement aisé, pour un observateur quelque peu exercé, de déterminer l'hétérogénéité massale des lots, par comptage des plantules différant du type prédominant.

Avant de définir les caractères des plantules utilisables pour la différenciation, il convient de décrire, de façon sommaire, la manière dont s'effectue le développement des plantules chez l'espèce *V. sativa* L.

Divers types de développement des plantules chez la Vesce commune. — PLANTULE DU TYPE HIVERNAL. — Sitôt la gemmule appa-

FIG. 2

Développement d'une plantule de vesce de *V. sativa* L. Type hivernal (Hiver Denaiffe)
Disparition progressive de l'axe primaire

rue au-dessus du sol, un bouquet renfermant les feuilles primaires commence à se différencier à l'extrémité supérieure. En même temps apparaissent de part et d'autre de la gemmule, à des niveaux différents, des

ébauches de ramifications secondaires. La gemmule s'allonge en axe primaire, ou épicotylé ; le premier étage de feuilles primaires s'ouvre, puis un second, parfois il s'en manifeste jusqu'à cinq. Simultanément, mais moins rapidement, se développent les ramifications secondaires qui porteront les premières des feuilles secondaires. Une de ces ramifications

FIG. 3. — Plantule de *V. sativa* L. type hivernal (Hiver Denaiffe).

secondaires prend naissance au niveau du sol, parfois même nettement au-dessous. Vers la fin de la croissance de l'axe épicotylé, les axes secondaires prennent davantage d'extension et émettent plusieurs étages de feuilles secondaires. Ensuite, en général, les feuilles primaires se dessèchent successivement et disparaissent, enfin le même phénomène atteint l'axe primaire. Les axes secondaires prennent alors la place de ce dernier (figs. 2 et 3).

PLANTULE DU TYPE PRINTANIER. — Ce mode de développement et de régression des organes primaires est caractéristique des vesces du type hivernal. Chez les Vesces typiquement printanières, l'axe épicotylé, au

lieu de disparaître, poursuit sa croissance, on observe, à son extrémité, donc au-dessus des derniers étages de feuilles primaires, l'apparition de feuilles ayant une forme intermédiaire entre celle des feuilles primaires entières et celle des feuilles adultes pluriparifoliées, ou bien même la forme adulte définitive (fig. 4). Parfois l'axe primaire s'allonge et persiste longtemps, conservant sa supériorité sur les ramifications secondaires (Ex. : Vesce *BL.* 136) (fig. 5).

FIG. 4. — Plantule de *V. sativa* var *macrocarpa* MORIS type printanier.

Caractères utilisables pour la différenciation. — Les caractères qui nous ont paru principalement utilisables pour la différenciation des variétés sont : les dimensions des folioles primaires, la longueur de l'axe épicotylé et le nombre moyen des ramifications basales.

Dimensions des folioles primaires. — Au stade de plantules s'extériorisent des caractères inhérents à la semence, avant toute intervention du milieu extérieur. C'est ainsi que les folioles primaires présentent un

aspect tout différent de celui des folioles secondaires qui apparaîtront un peu plus tard. Chez la vesce commune la feuille primaire se compose d'une seule paire de folioles, rarement d'une paire et demie. Les folioles primaires ont les bords du limbe sensiblement parallèles, la forme est linéaire, ou bien elliptique allongée, ou oblongue, à extrémité aiguë, tandis que les folioles secondaires ont une forme généralement obcordée, du

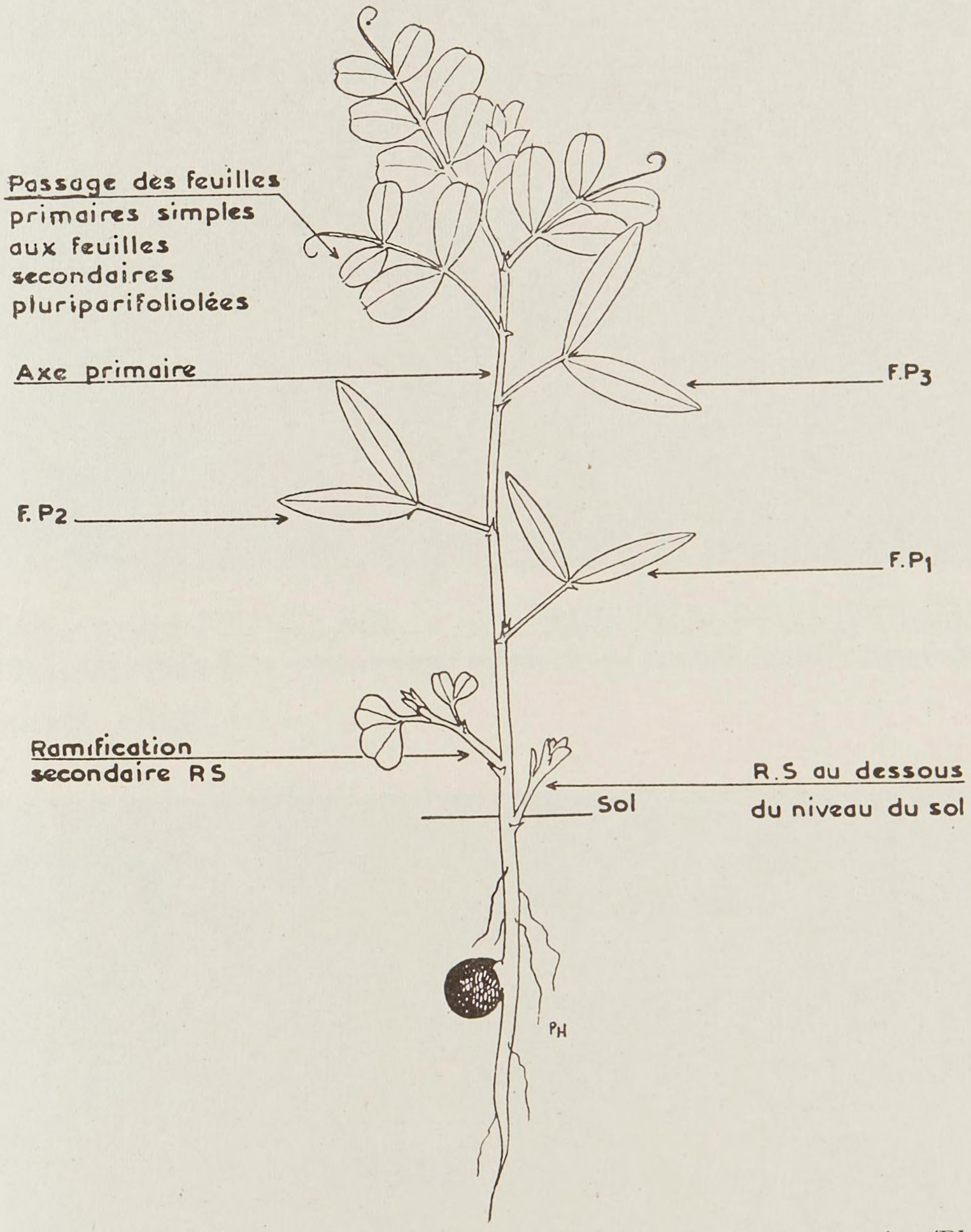


FIG. 5. Développement d'une plantule de vesce V. *sativa* L. type printanier (Bl. 136)

même type que les feuilles adultes, mais à une échelle de grandeur moindre.

Dans un lot de plantules correspondant à une population on constate une plus ou moins grande diversité en ce qui concerne les dimensions des folioles. Au contraire dans une lignée, les plantules présentent des dimensions de folioles homogènes.

Nous avons essayé de déterminer dans quelle mesure il était possible de caractériser une lignée par rapport à une autre, ou bien de déceler le taux d'hétérogénéité d'une population par les mensurations des folioles.

Types de folioles primaires des plantules de vesces : Fig 6 et 7.

Fig. 6 *de droite à gauche* 1 folioles longues, larges. — Bydgoscz. — 2 folioles longues, largeur moyenne. Turque Garton. — 3 folioles longues, étroites. Kabylie 118 Alger.

Fig. 7 *de droite à gauche* : 1 folioles courtes, larges. Saint-Omer Carneau Hiver. — 2 folioles courtes, largeur moyenne. Syrie 185 Alger. — 3 folioles courtes, étroites. Cerdagne.

Des mensurations des folioles ont été répétées en 1951, 1952, 1953 sur les mêmes populations et lignées semées à l'automne et au printemps. Une certaine fluctuation a été enregistrée, dans le sens d'un allongement des folioles des semis de printemps par rapport à la longueur moyenne des folioles des semis d'automne.

C'est ainsi que la longueur moyenne des folioles primaires de l'ensemble du matériel végétal, qui était de $18{,}46 \pm 1{,}34$ (en mm) pour le semis d'automne est passée à $22{,}65 \pm 2{,}19$ en semis de printemps tandis que la largeur de ces mêmes folioles demeurait sensiblement constante : $3{,}63 \pm 0{,}39$ pour le semis d'automne, $3{,}67 \pm 0{,}48$ pour le semis du printemps.

Les dimensions extrêmes enregistrées sont les suivantes :

Folioles primaires les plus courtes : $12{,}8 \pm 1{,}19$ Ex. : *Vesce du Puy Type A*.

Folioles primaires les plus longues : $37{,}2 \pm 4{,}93$ Ex. : *Vesce de Kabylie* 118 *Alger*.

Folioles primaires les plus étroites : $1{,}55 \pm 0{,}15$ Ex. : *Vesce d'Anatolie* 6144.

Folioles primaires les plus larges : $6{,}0 \pm 0{,}65$ Ex. : *Vesce BL n°* 136.

D'après les dimensions des folioles primaires, exprimées par le rapport de la largeur à la longueur, les types de plantules peuvent être classés en 4 catégories .: (figs. 6 et 7).

1 : rapport $\frac{\text{longueur}}{\text{largeur}} = \frac{L}{l}$ inférieur à 4

2 : » » $= \frac{L}{l}$ supérieur à 4, inférieur à 7

3 : » » $= \frac{L}{l}$ supérieur à 7, inférieur à 10

4 : » » $= \frac{L}{l}$ supérieur à 10.

Par ailleurs grâce aux mensurations des folioles primaires des plantules une classification sommaire, en 3 groupes des Vesces de la collection d'après leur provenance, a été réalisée (fig. 8) de la manière suivante :

1° Vesces du Nord de la France (Ex. : *Blondeau, Bataille, Carneau, Clause, Lepeuple*).

Longueur : $18{,}06 \pm 1{,}19$
Largeur : $4{,}53 \pm 0{,}61$ $\frac{L}{l} = 3{,}98$.

2° Vesces d'Asie-Mineure et Balkans (Ex. : *Anatolie, Syrie-Liban Bulgarie, Turquie*...).

Longueur : $16{,}76 \pm 1{,}74$
Largeur : $2{,}75 \pm 0{,}84$ $\frac{L}{l} = 6{,}09$.

3° Types hivernaux (Ex. : *INRA Hiver, Hiver Denaiffe, Rivoire, Pucel, Vilmorin, Garton...*).

$$\begin{array}{l}\text{Longueur} : 21{,}95 \pm 1{,}27 \\ \text{Largeur} \quad : \ 2{,}45 \pm 0{,}48\end{array} \frac{L}{l} = 8{,}96.$$

Cette classification n'a rien d'absolu, valable pour le matériel végétal relativement restreint de la Station, elle donne cependant une indication sur un travail de biométrie qui pourrait être poursuivi sur un matériel plus vaste, et qui s'appliquerait non seulement à *V. sativa* L., mais également à d'autres espèces de Vesces.

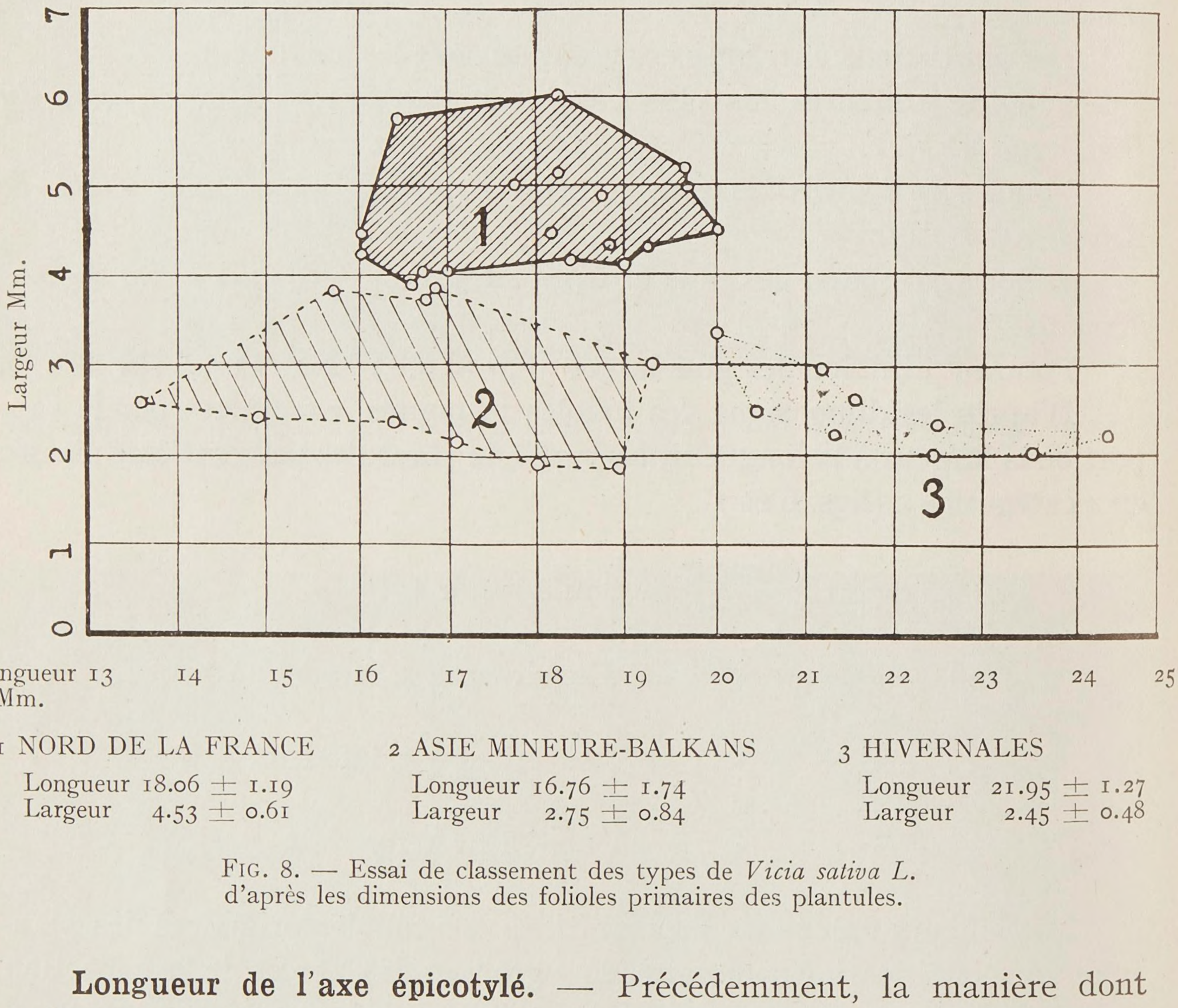


FIG. 8. — Essai de classement des types de *Vicia sativa L.* d'après les dimensions des folioles primaires des plantules.

Longueur de l'axe épicotylé. — Précédemment, la manière dont s'effectuait le développement de la plantule a été décrite. Chez la plupart des Vesces communes, en particulier chez les types hivernaux, l'axe épicotylé n'a qu'une durée épisodique, il disparaît prématurément laissant se développer les axes secondaires. C'est pourquoi, les observations relatives à cet axe doivent être effectuées dès la fin de la sortie du dernier étage de feuilles primaires ; c'est à ce moment que les différences entre les divers types de vesces sont les plus marquées.

La mesure de la longueur de l'axe épicotylé depuis le niveau du sol jusqu'au dernier étage supérieur de folioles primaires, indique la rapidité de la croissance ; elle permet de différencier jusqu'à un certain point, au

sein d'une population, les individus doués d'une rapidité de départ en végétation supérieure à celle des autres. Tel est le cas d'individus de type printanier parmi une population de type hivernal, les plantules du type hivernal ayant au contraire une croissance plus lente.

On ne peut toutefois compter d'une manière absolument précise sur ce caractère, car chez certaines provenances de type intermédiaire, printanier demi-précoce (par exemple diverses lignées tirées d'une population de Syrie-Liban) après un départ relativement rapide, on constate très vite une stabilisation de la longueur de l'axe épicotylé tandis que les axes secondaires se manifestent et se développent d'une manière précoce (fig. 9).

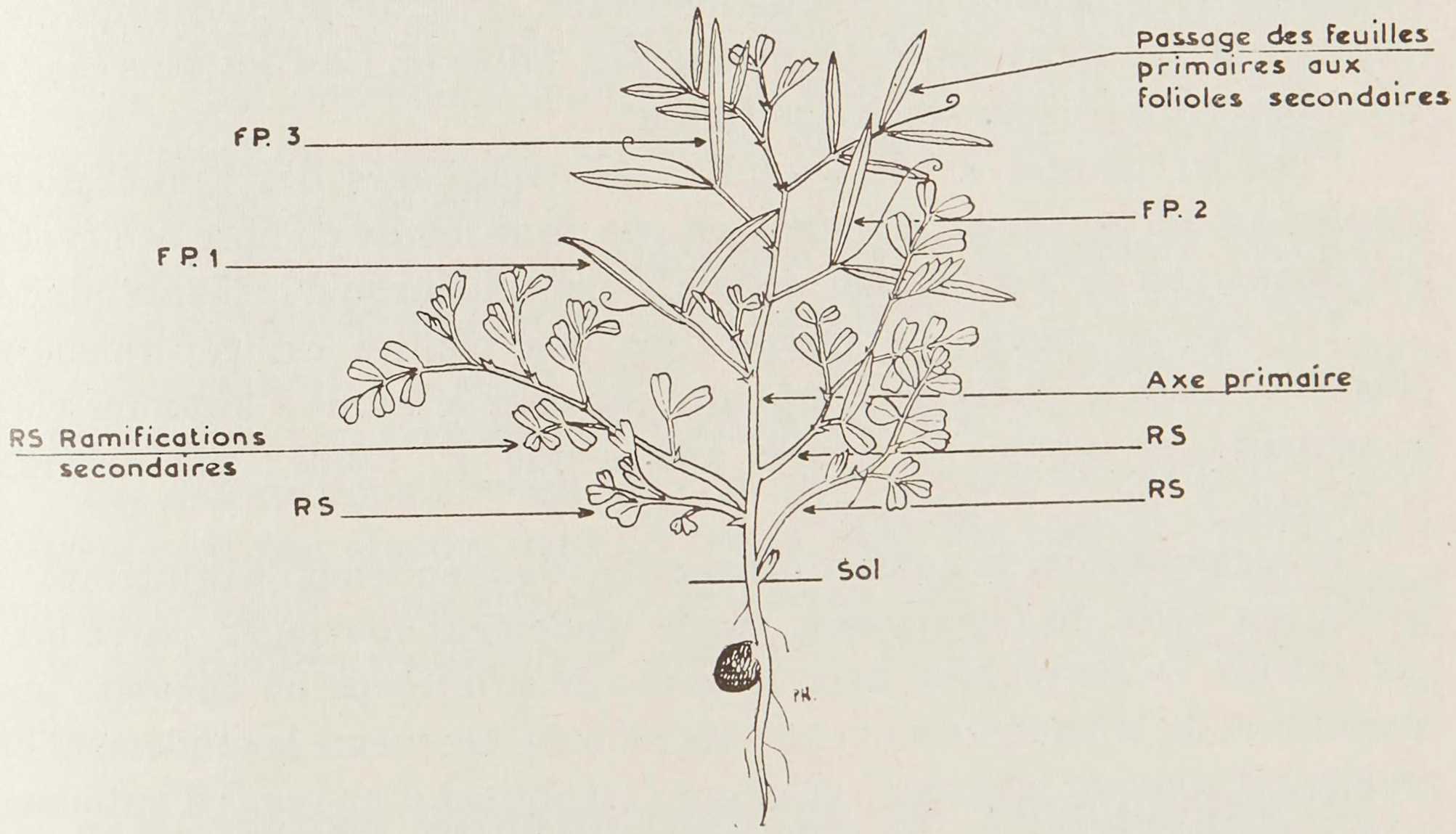


FIG. 9. — Développement d'une plantule de vesce : *V. sativa L.* type printanier demi-précoce (Syrie)

Le caractère longueur de l'axe épicotylé ne peut donc servir à caractériser que des types extrêmes. Les mesures effectuées sur l'ensemble du matériel végétal de la Station ont donné les moyennes suivantes (en mm) :

Types hivernaux : longueur moyenne de l'axe épicotylé : $42{,}7 \pm 2{,}9$.

Types printaniers : longueur moyenne de l'axe épicotylé : $57{,}7 \pm 3{,}29$.

Quant aux extrêmes ils étaient de l'ordre de : $30{,}9 \pm 2{,}68$ pour *Hiver Denaiffe* et de $73{,}5 \pm 4{,}67$ pour *BL. 148*.

Intensité de ramification basale de la plantule. — Des différences très nettes sont constatées dans le nombre des ramifications basales entre individus d'une population, ainsi qu'entre lignées.

D'une manière générale, la ramification est plus précoce et surtout plus intense chez les types hivernaux que chez les types printaniers. Chez ces derniers l'axe épicotylé croît rapidement, tandis que les ramifi-

cations secondaires demeurent un certain temps à l'état d'ébauches, par la suite elles se développent, mais leur nombre sera toujours plus faible que chez les plantules des types hivernaux.

Une certaine fluctuation de l'intensité du pouvoir de ramification a été constatée entre les semis d'automne et les semis exécutés au printemps. Il y a augmentation du nombre moyen des ramifications dans le cas des semis de printemps.

Ce nombre moyen, pour l'ensemble du matériel végétal, a été de 2,07 par plante en semis d'automne, contre 2,33 pour le semis de printemps.

Mais ce sont seules les lignées printanières qui ont présenté un accroissement du pouvoir de ramification des plantules en semis de printemps ; les lignées typiquement hivernales montrant, en semis de printemps, une intensité de ramification des plantules plus faible ou tout au plus égale à celle observée chez leur semis d'automne.

Chez les plantes à l'état adulte, des comptages des ramifications basales ont été également effectués, en vue de se rendre compte de l'évolution du pouvoir de ramification, depuis la plantule jusqu'à la plante adulte.

Le nombre moyen de ramification des plantes est généralement plus élevé chez le semis de printemps que chez le semis d'automne chez la plupart des espèces de vesces autres que *V. sativa* ; par exemple *V. villosa, V. varia, V. dasycarpa.*

L'augmentation du nombre des ramifications en semis de printemps ne paraît pas avoir de répercussion sur le rendement fourrager, parce que, par ailleurs en corrélation avec le semis de printemps on constate une diminution de la hauteur moyenne des plantes. De même le rendement en graines est souvent inférieur à celui que l'on obtient d'un semis d'automne, mais cette fois parce que, la formation des graines, plus tardive en semis de printemps, se trouve souvent contrariée, à cette période de l'année par des conditions climatiques (sécheresse, maxima élevés des températures, durée plus courte du jour,...) qui ont pour résultat la coulure des fleurs, l'échaudage des graines, la multiplication des dégâts dûs aux parasites (aphides, bruchides).

Pour une production des graines élevée il faut donc que non seulement les plantes émettent un grand nombre de ramifications, mais encore que la formation et la maturité des graines rencontrent des conditions favorables.

CONCLUSION RELATIVE AUX OBSERVATIONS DES SEMENCES ET DES PREMIERS STADES DE VÉGÉTATION DE LA VESCE COMMUNE

En résumé, l'examen des semences et des plantules permet de réunir un certain nombre d'indications sur un lot de Vesce à analyser. Il est possible de dire en premier lieu si le lot correspond :

1° à de la Vesce commune ou à une autre espèce botanique ;

2° ou bien s'il s'agit d'un mélange de vesce commune et d'autres espèces ;

3° ensuite s'il s'agit de vesces commune, de dire si le lot correspond à une population hétérogène ou bien s'il est homogène.

Dans le cas d'une population hétérogène il est possible de chiffrer la proportion d'individus différant morphologiquement et physiologiquement du type prédominant, et de donner une appréciation approximative sur sa valeur d'utilisation culturale.

4° Si on se trouve en présence d'un lot de plantules homogènes — bien qu'on ne puisse affirmer *à priori* qu'il s'agisse d'une lignée ou variété — (car à des types de plantules identiques peuvent correspondre dans une certaine mesure des développements phénologiques différents des individus), on peut cependant indiquer approximativement s'il s'agit d'un type hivernal ou printanier. L'examen des semences peut apporter une certaine précision à ce sujet.

Quant à la précocité de la floraison ou de la maturité fourragère, caractère cultural le plus important, il n'est possible, dans l'état actuel de nos connaissances, que de le vérifier par une épreuve culturale complète et par comparaison avec des variétés déjà connues.

Les observations n'ayant été effectuées que sur un matériel végétal relativement peu étendu, dans un temps assez restreint, et surtout dans une seule localité, nous estimons qu'il serait nécessaire de les confronter dans des localités sensiblement différentes quant au sol, climat et latitude.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DES PLANTES ADULTES

Jusqu'ici n'ont été examinés que des caractères se rapportant soit à la semence, soit aux tout premiers stades de la végétation. Dans bien des cas ces caractères ne permettent pas de différencier avec suffisamment de précision les divers types culturaux de vesces.

Il est donc nécessaire d'avoir recours à l'examen de caractères se rapportant à des stades plus avancés de la végétation, ou même des plantes ayant atteint leur développement complet. C'est pourquci l'étude des caractères morphologiques et physiologiques des plantes adultes a retenu notre attention, il s'agit en particulier des caractères relatifs aux feuilles, fleurs et fruits, ainsi qu'à l'époque et à la durée de la période de floraison, et au stade de la maturité des graines chez les divers types de vesces.

Seront examinés en premier lieu les CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DES FEUILLES, FLEURS ET DES FRUITS.

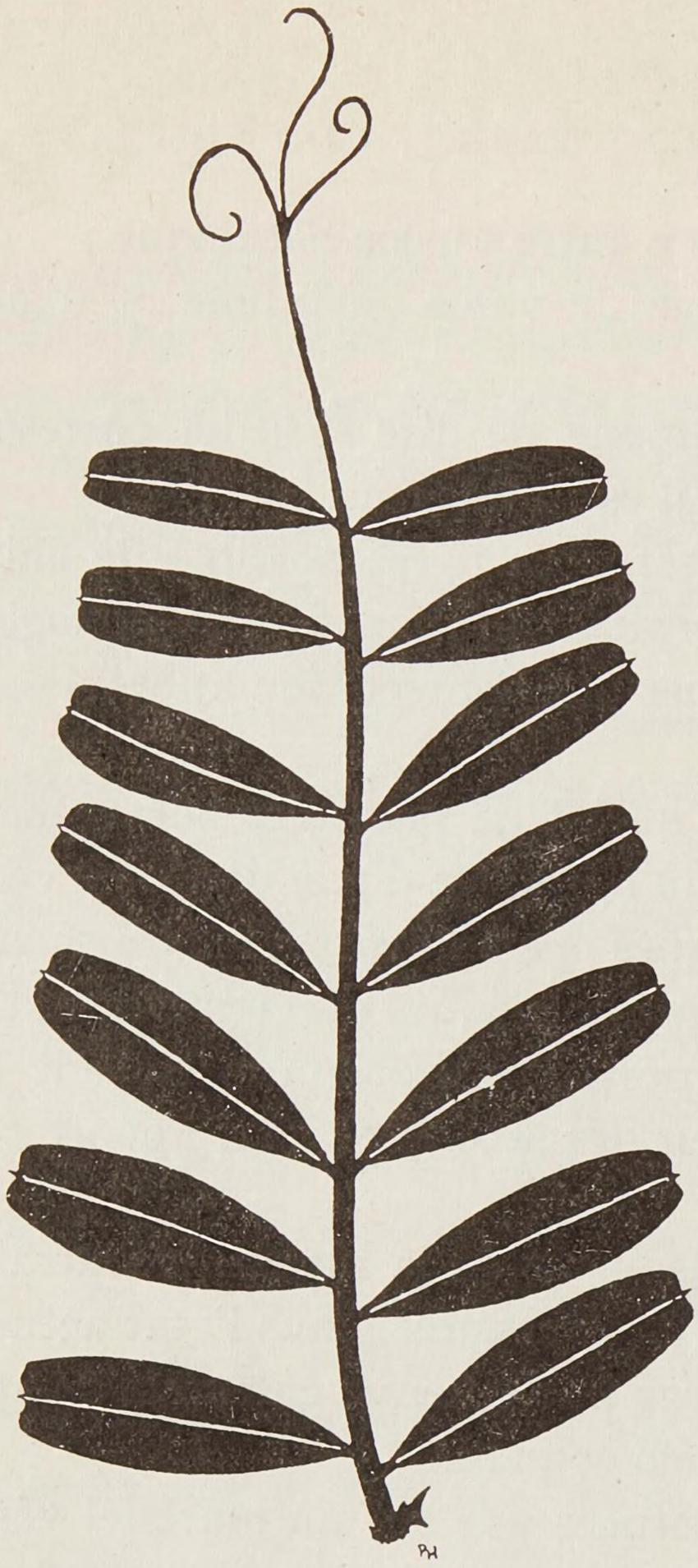


FIG. 10. — Inra printemps à graine verte. (1)

FIG. 11.
Inra printemps à fleur blanche.

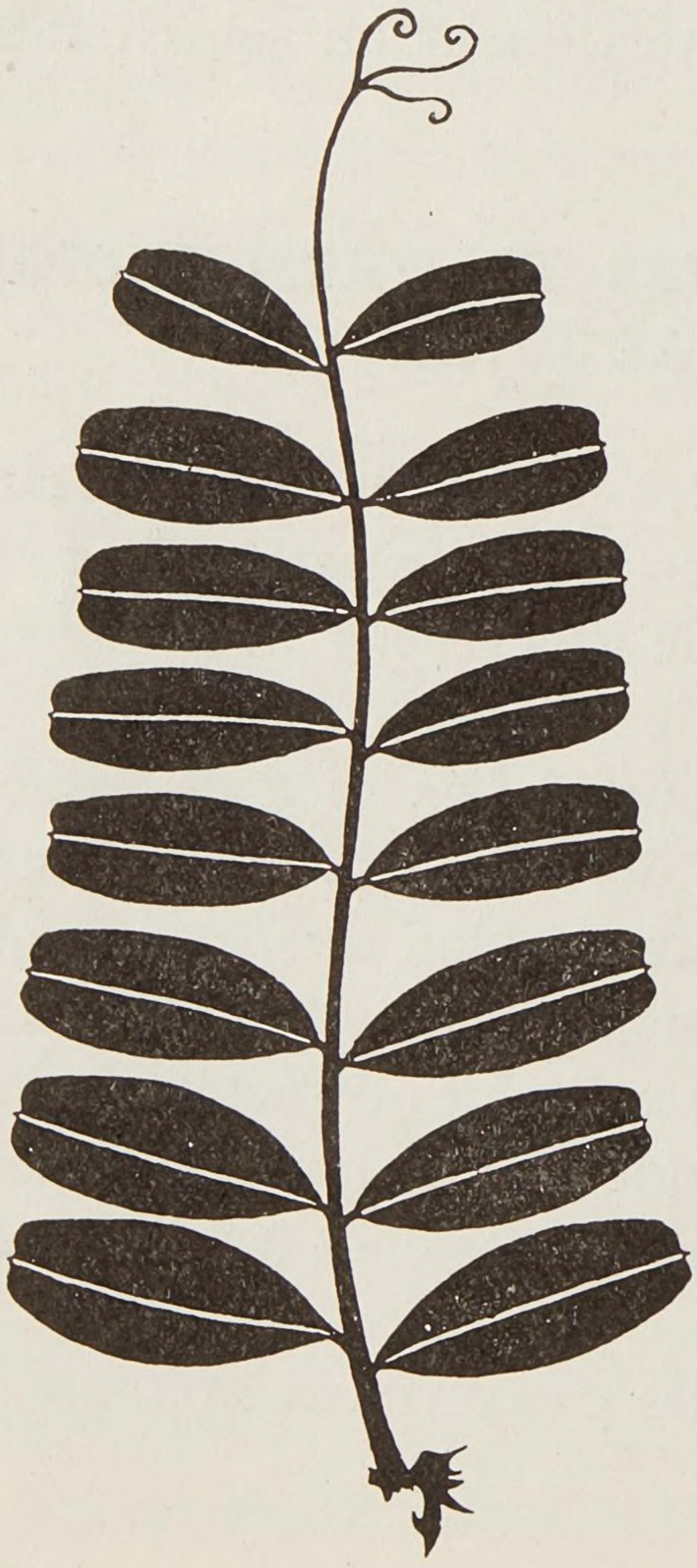


FIG. 12. — Inra alternative à graine blanche (*V. sativa* var leucosperma SER).

(1) Pour toutes les figs. de feuilles, réduction à 0,66.

1° **Feuilles** (figs. 10 à 15)

Les caractères des feuilles pouvant servir à compléter une détermination sont principalement : le nombre moyen de paires de folioles par feuille, la forme et les dimensions des folioles.

Etant donné que sur une même plante il y a toujours une variation d'une certaine étendue des caractères suivant que l'on examine des

FIG. 13.
Languedoc 159.

FIG. 14. — Inra hiver

FIG. 15. — Nord 2 Blondeau V. W. 1

feuilles situées sur la tige principale ou des ramifications, ou bien à des étages différents, il y a lieu de prélever toujours les feuilles à examiner, sur la tige principale, aux 2/3 de la hauteur de la plante.

Le nombre moyen de paires de folioles par feuille adulte est compris entre 5 et 10, suivant les variétés. Par exemple, *Languedoc 159* Alger : 5-6 paires ; *Bulgarie 3245* Alger : 6-8 paires ; *INRA Hiver* : 8-10 ; *INRA à graine blanche* : 8-10.

La forme des folioles adultes est généralement obcordée, à extrémité obtuse, plus ou moins échancrée et plus ou moins mucronée. Cependant la forme obcordée elle-même peut être plus ou moins allongée. Allongée

comme c'est le cas par exemple chez les Vesces *INRA* à *graine verte*, *INRA à fleur blanche*, *INRA à graine blanche* ; chez *Languedoc 159* Alger, ou au contraire plutôt arrondie : *INRA Hiver*.

Les dimensions des folioles adultes, longueur et largeur, sont extrêmement variables sur une même plante. Etant donné cette variabilité il n'a pas été effectué de mensurations, on s'est borné à enregistrer l'aspect général à l'œil ; il est impossible de confondre par exemple les folioles de *BL. Nord 2*, 1951 dont les dimensions dépassent 18 × 36 mm avec celles de *Languedoc 159* Alger qui sont de l'ordre de 20 × 6 (figs. 15 et 13).

2° Fleurs.

Les fleurs de la vesce commune sont disposées soit par bouquets de 2-3, soit par une, à l'aisselle des feuilles, leur pédicelle est très court, d'une longueur très inférieure à celle du calice de la fleur.

Coloration. — Il y a lieu de distinguer la coloration des différentes pièces florales : l'étendard, les ailes et la carène. La coloration de l'étendard, pièce florale la plus importante en grandeur, est généralement pourpre plus ou moins foncé, elle peut être encore violet plus ou moins lilacé. L'intensité de la coloration de l'étendard est plus ou moins grande suivant que l'on considère la face antérieure ou la face postérieure, la coloration devient parfois pourpre noirâtre sur les ailes et la carène. Elle ne varie pas seulement suivant la variété, mais encore selon l'étage de fleurs sur la plante. C'est pourquoi il n'a pas été tenu compte des différences d'intensité dans une même coloration, pour la discrimination des types.

Chez la Vesce commune on rencontre aussi des individus dont la coloration florale est très différente du type ordinaire pourpre, par exemple des individus à fleurs jaunes (*cf.* Tupikova). Plusieurs types à fleurs blanches sont cultivés, tel est le cas de la variété *INRA à fleur blanche*, tiré par sélection d'une population de vesce d'importation de Syrie-Liban, par la Station de Montpellier ; de la variété *CIV,. 27 W* obtenue par la Station d'Ottersum (Pays-Bas). Ces types à fleur blanche appartiennent à la variété botanique *V. sativa* L. var. *alba* Beck. (= *Vicia alba* Moench).

Pilosité. — D'après Tupikova, il existerait chez *V. sativa* L. des types dont les fleurs présentent un calice velu. Parmi le matériel végétal étudié à Montpellier il n'a été trouvé, jusqu'à présent que des fleurs à calice glabre, ou tout au plus glabrescent.

Dimensions. — Par dimensions des fleurs, on doit entendre la mesure, en mm de la pièce florale la plus facile à déterminer, c'est-à-dire de l'éten-

dard dans sa plus grande largeur, lors du complet épanouissement. 3 catégories ont été distinguées : 1° fleurs petites : 8-13 mm ; 2° fleurs moyennes : 13-18 mm ; 3° fleurs grandes ; + de 18 mm (fig. 16).

Les conditions de la végétation ont, dans une certaine mesure, une influence sur les dimensions de la fleur, ainsi pour une même provenance semée partie à l'automne, partie au printemps, les plantes de ce dernier semis présentent des fleurs dont les dimensions sont légèrement inférieures à celles des fleurs du semis d'automne. Cette variation est de même sens et de même ordre pour toutes les provenances dont les fleurs appartiennent à une même catégorie de grandeur désignée ci-dessus. Par exemple, pour des provenances dont les fleurs appartiennent à la catégorie 3 (+ de 18 mm) en semis d'automne, la diminution de grandeur constatée en semis de printemps est de l'ordre de 1/10e.

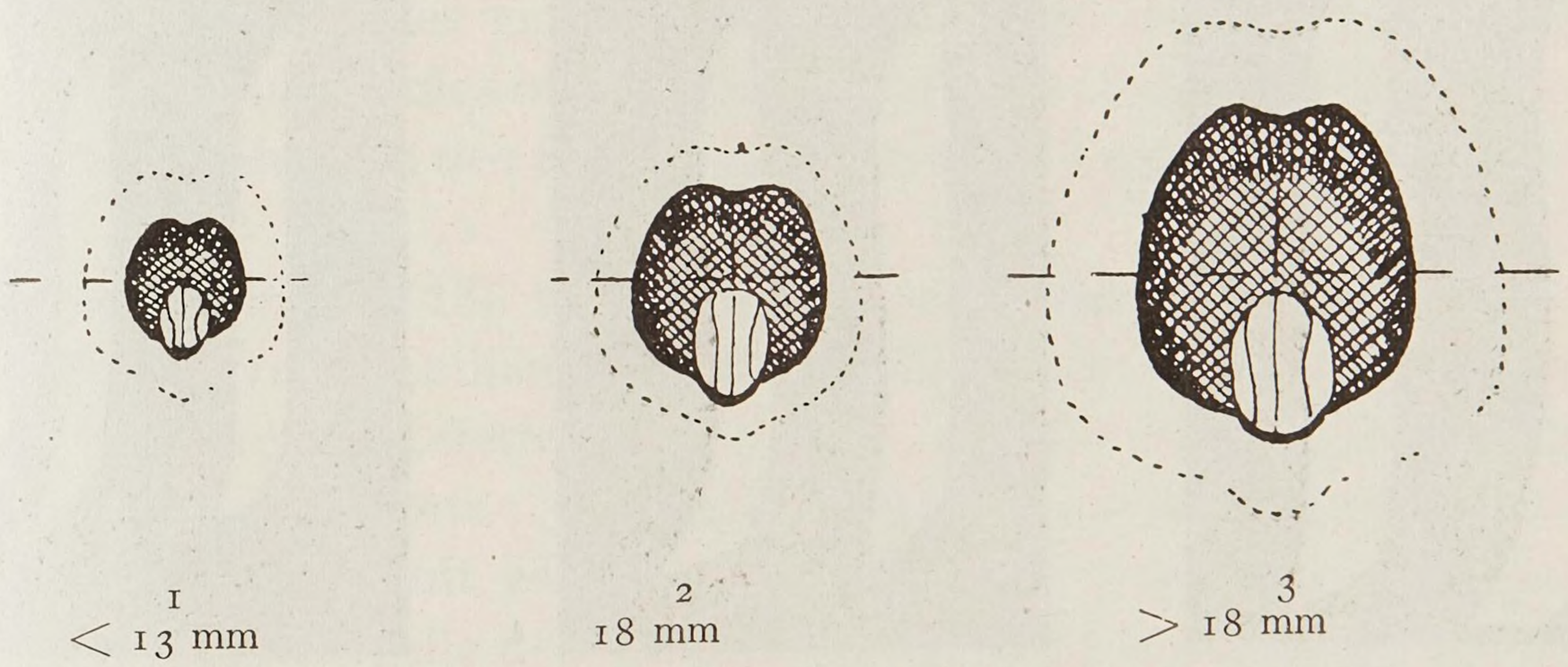


FIG. 16. — Dimensions de l'étendard.

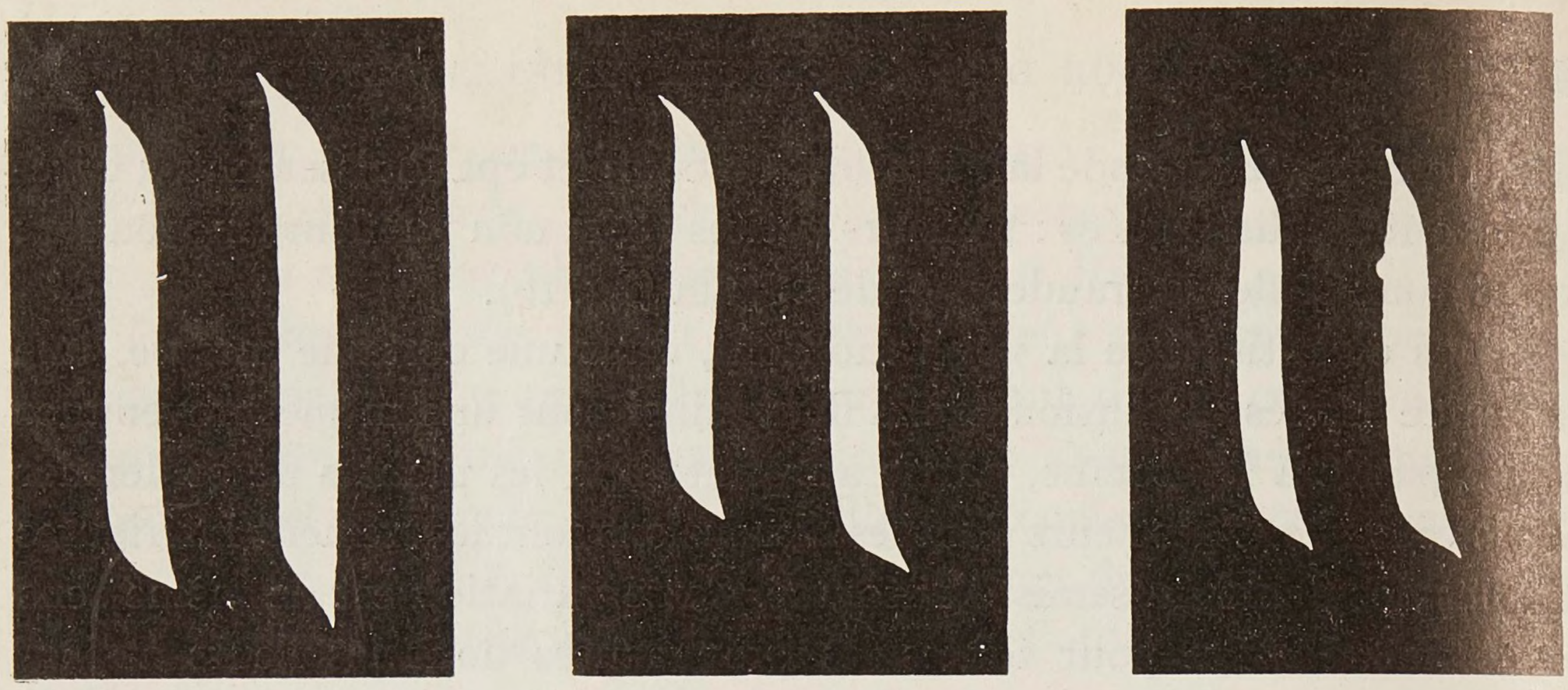
MC KEE et SCHOTH (1925) citent parmi les variétés botaniques de *V. sativa* L., la variété *V. sativa* L. var. *grandiflora* WILLK, dont les fleurs ont environ 30 mm de long. Aucun individu de cette variété n'a été rencontré parmi les provenances commerciales de Vesce commune étudiées à Montpellier.

Il est à signaler que dans le matériel de la Station toutes les provenances dont les fleurs appartenaient au 1er groupe (fleurs petites : 8-13 mm) étaient, sans exception, originaires d'Asie-Mineure ou des Balkans.

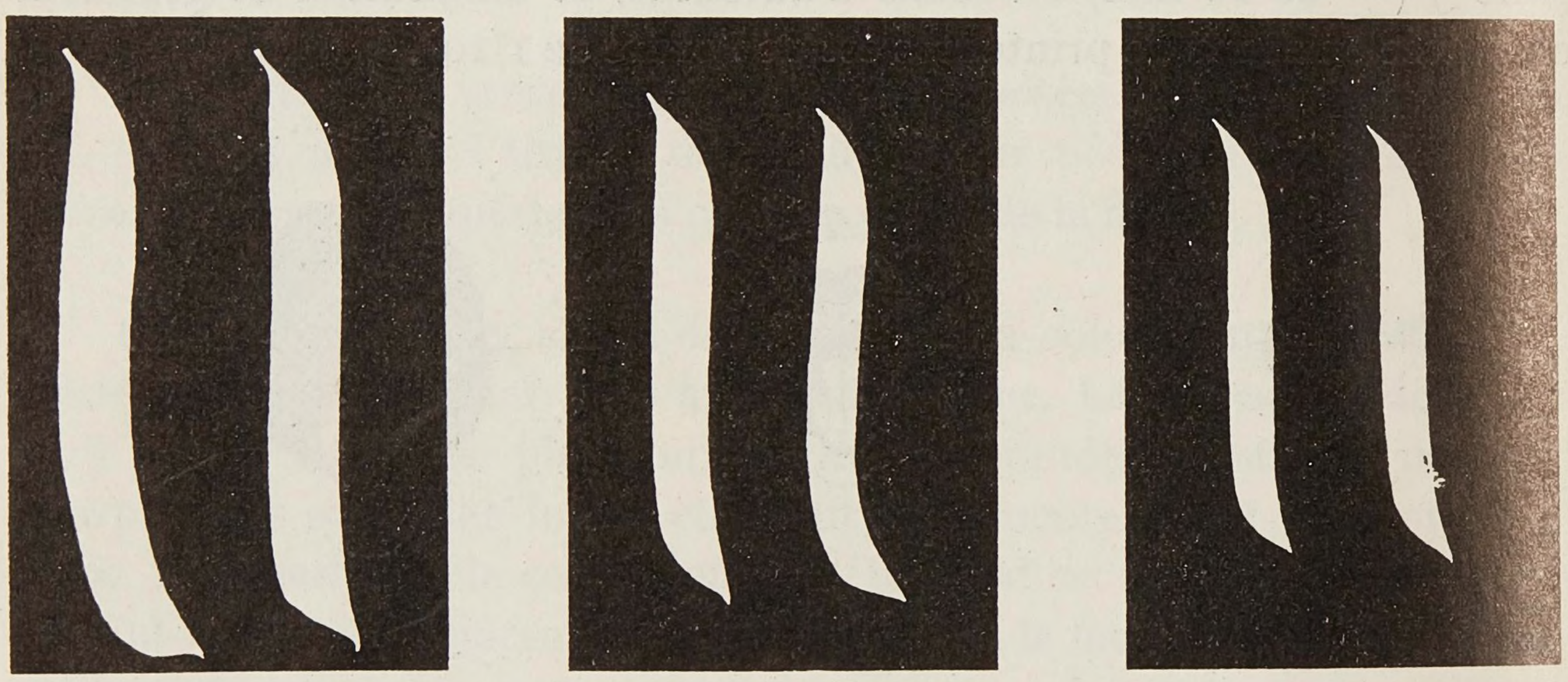
3° **Fruits** (figs. 1, 17, 18).

Plusieurs caractères des fruits — ou gousses — sont utilisables pour la classification des types : ce sont :

La coloration, la présence ou l'absence de pubescence ou d'ornementation, les dimensions, la segmentation plus ou moins marquée, la forme de l'extrémité inférieure et du bec, la consistance des valves, le caractère de déhiscence ou de non déhiscence à maturité. Les plus importants sont la coloration, la pubescence, la largeur.



Inra Hiver | Hiver Denaiffe | Hiver Anatolie 6144



Printemps Bulgarie | Altern. Inra Gr. Blanche | Printemps Languedoc 159

FIG. 17. — Fruits de divers types de Vesce commune (*V sativa L*).

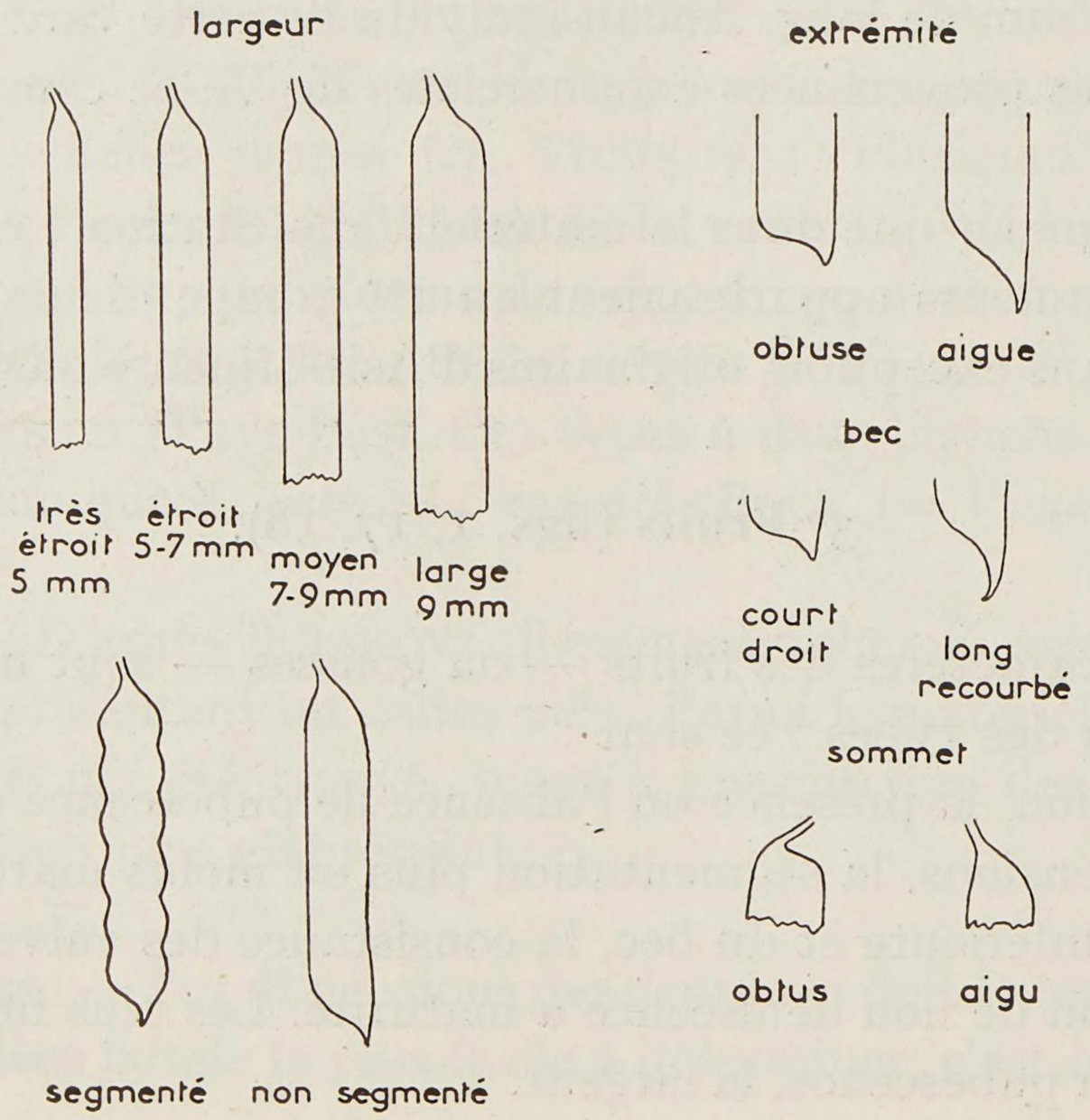


FIG. 18.

Coloration. — Le tégument du fruit peut être soit clair, de teinte chamois, soit plus foncé, de teinte isabelle. Un certain nombre de types hivernaux présentent des fruits isabelle, les types printaniers ont au contraire généralement des fruits de teinte chamois. Il existe des types demi-printaniers à fruits chamois. L'état de maturité à la récolte a une certaine répercussion sur la coloration du fruit, les fruits incomplètement mûrs présentant d'ordinaire une teinte plus claire que les fruits à maturité achevée.

Pubescence. — La pubescence n'est jamais très forte. Il s'agit plutôt d'une glabrescence, donnant un aspect très légèrement velouté à la surface du fruit. Les fruits de coloration chamois sont plus fréquemment pubescents que les fruits de teinte isabelle. Les fruits lisses se rencontrent principalement chez les types hivernaux. Quant aux ornementations il s'agit de petits tubercules ou de réticulations à la surface du fruit, que l'on rencontre parfois chez des types printaniers à grosses graines.

Dimensions (fig. 18). — Comme dimensions on a considéré la largeur, mesurée vers le milieu du fruit, et déterminé 3 catégories : 1° fruit étroit, d'une largeur inférieure à 7 mm ; 2° fruit moyen, d'une largeur comprise entre 7 et 9 mm ; 3° fruit large, d'une largeur supérieure à 9 mm.

La largeur du fruit est en rapport avec le poids de 1 000 graines. Quant à la longueur, elle dépend du nombre de graines par fruit. On peut considérer comme court un fruit renfermant moins de 5-6 graines, moyen jusqu'à 8 graines, long celui contenant plus de 8 graines.

La segmentation est bien marquée lorsque l'enveloppe du fruit épouse successivement le contour des graines en présentant entre chacune d'elles un étranglement. Ce caractère se rencontre surtout chez des types à grosse graine globuleuse.

Forme de l'extrémité inférieure et du bec. — L'extrémité inférieure du fruit peut être obtuse ou aiguë. Obtuse si le fruit se termine par un angle supérieur ou égal à un angle droit, aiguë dans le cas contraire.

Le bec peut être court, large, droit, ou long, étroit, droit ou recourbé.

Dureté des valves. — Suivant la plus ou moins grande dureté des valves du fruit on peut distinguer des : valves épaisses dures, ou des valves minces, souples.

Déhiscence. — C'est la faculté que présente parfois le fruit de disséminer ses graines lors de la maturité. Les différents types de vesces possèdent cette faculté, ou cet inconvénient, si on se place au point de vue

du cultivateur, à divers degrés ; une forte déhiscence entraîne une certaine difficulté dans la détermination du choix du moment de la récolte pour obtenir le meilleur rendement en graines. Le mode d'appréciation du caractère déhiscence du fruit n'a pas encore fait l'objet d'une mise au point.

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Les caractères suivants ayant trait à la physiologie de la plante, ont été plus particulièrement étudiés :

1. La précocité : Epoque et durée des périodes de floraison et de maturation.

2. La résistance au froid.

1° Précocité

Il est important, pour le cultivateur, de connaître le moment où il aura à effectuer la récolte soit pour le fourrage, soit pour la graine.

Pour le fourrage, la récolte doit avoir lieu au moment où la plante atteint sa valeur nutritive maximum, il est établi que ce moment se situe vers l'époque de la pleine floraison. Tandis que pour la graine, la récolte s'effectue lorsque les fruits sont mûrs sur les 2/3 de la hauteur de la plante ; plus tôt il y a insuffisamment de graines formées, plus tard il y a des risques d'égrenage, donc de perte d'une partie de la récolte.

Or les populations issues des semences du commerce étant en général très hétérogènes du point de vue époques de floraison et de maturité des individus qui les composent : les uns précoces, les autres tardifs, la maturité ne se produit pas d'une manièreuniform e et il en résulte à la récolte des pertes soit sur la valeur nutritive du fourrage, soit sur la quantité de semences.

Si au contraire il s'agit de variétés sélectionnées on obtiendra une floraison ou une maturité des graines, beaucoup plus uniformes, d'où des possibilités de récolte accrues.

Voici, ci-dessous les résultats des observations effectuées de 1950 à 1953 en ce qui concerne l'époque et la durée des périodes de floraison et de maturation.

Les diverses espèces et variétés de vesces ont été classées en 3 groupes d'après l'époque de la période de floraison :

Dans le *premier groupe*, sont réunies les vesces très précoces et précoces, dont les types principaux sont : *INRA à fleur blanche, Nord 3, Bulgarie 3245, INRA à graine verte*. A titre d'indication, pour un semis du 30 octobre 1952, la floraison a débuté vers le 8 avril ; le stade de pleine floraison a été atteint vers le 20 avril. Elle s'est terminée aux environs du 24 avril, après avoir donc duré une quinzaine de jours. La maturité pour récolte des graines, a eu lieu vers le 27 avril, soit 7 semaines après le début de la floraison.

Le *deuxième groupe* renferme des vesces demi-précoces, par exemple : *Turque Garton, Roumanie 3232-3* ; et des demi-tardives : *INRA à graine blanche, INRA Hiver, Denaiffe Hiver*. Le début de la floraison des vesces de ce groupe s'est manifesté vers le 30 avril, donc trois semaines environ après celui du premier groupe. A ce moment, le premier groupe a fini de fleurir depuis une semaine. La floraison du deuxième groupe s'est terminée vers le 12 mai, le maximum a eu lieu vers le 7 mai. Il s'est donc écoulé trois semaines entre la pleine floraison du premier groupe et celle du deuxième.

La maturité des graines des vesces du 2e groupe est acquise vers le 18 juin, soit une cinquantaine de jours après la floraison, vingt-cinq jours environ après la maturité des graines des vesces du groupe précoce.

Le *troisième groupe* est constitué par des vesces tardives telles que : *Anglaise de Garton, Saint-Omer Carneau, Sélection Webb*.

Le début de la floraison des vesces de ce groupe a eu lieu vers le 8 mai, elle a coïncidé approximativement avec le stade de pleine floraison du 2e groupe. La pleine floraison du 3e groupe s'est produite vers le 14 mai, soit une semaine environ après celle du 2e groupe ; la fin floraison vers le 20. La maturité des graines a eu lieu vers le 18 juin, soit six semaines environ après le début de la floraison, et à la même époque que pour les vesces du 2e groupe.

Dans ce groupe ont été placées également des vesces chez lesquelles à un départ assez rapide succède une longue période de végétation, la floraison se produit tardivement, elle est peu abondante, et la fructification est très aléatoire dans les conditions méridionales de climat. Ce sont par exemple les vesces de Blondeau *V W1* et *V W2*, éminement fourragères, à folioles larges et abondantes, à tiges longues, mais par contre très peu fructifères dans le Midi.

La floraison de ces dernières vesces a débuté vers le 18 mai, son maximum a lieu vers le 23 mai, elle s'est terminée ver le 27 du même mois. La pleine floraison se situe donc environ cinq semaines après celle du premier groupe, 2 à 3 semaines après celle du 2e groupe.

Quelques fruits parviennent à maturité, sensiblement au même moment que chez les vesces du groupe 2, d'autres se forment, mais demeurent vides de graines.

Influence de la date du semis sur l'époque et la durée de la période de floraison chez diverses espèces et variétés de vesces

L'époque et la durée de la période de floraison varient sous l'effet de divers facteurs. Parmi ceux-ci, seule l'influence de la date du semis a été jusqu'à présent étudiée.

L'importance de l'influence de la date du semis a été mise en évidence par des observations sur la phénologie des diverses espèces et variétés de vesces semées :

1° à des époques différentes de l'année culturale,

2° à des époques différentes, pendant plusieurs années.

Dans le premier cas il s'agit de semis réalisés à 5 dates différentes, le premier 28-X-1952, le second le 10-XII-1952, le troisième le 10-I-1953, le quatrième le 10-II-1953, le cinquième le 15-III-1953.

Dans le deuxième cas, de semis effectuée le 7-X-1950, le 28-XI-1952, le 10-XII-1952, le 15-III-1951, le 15-III-1952, le 15-III-1953.

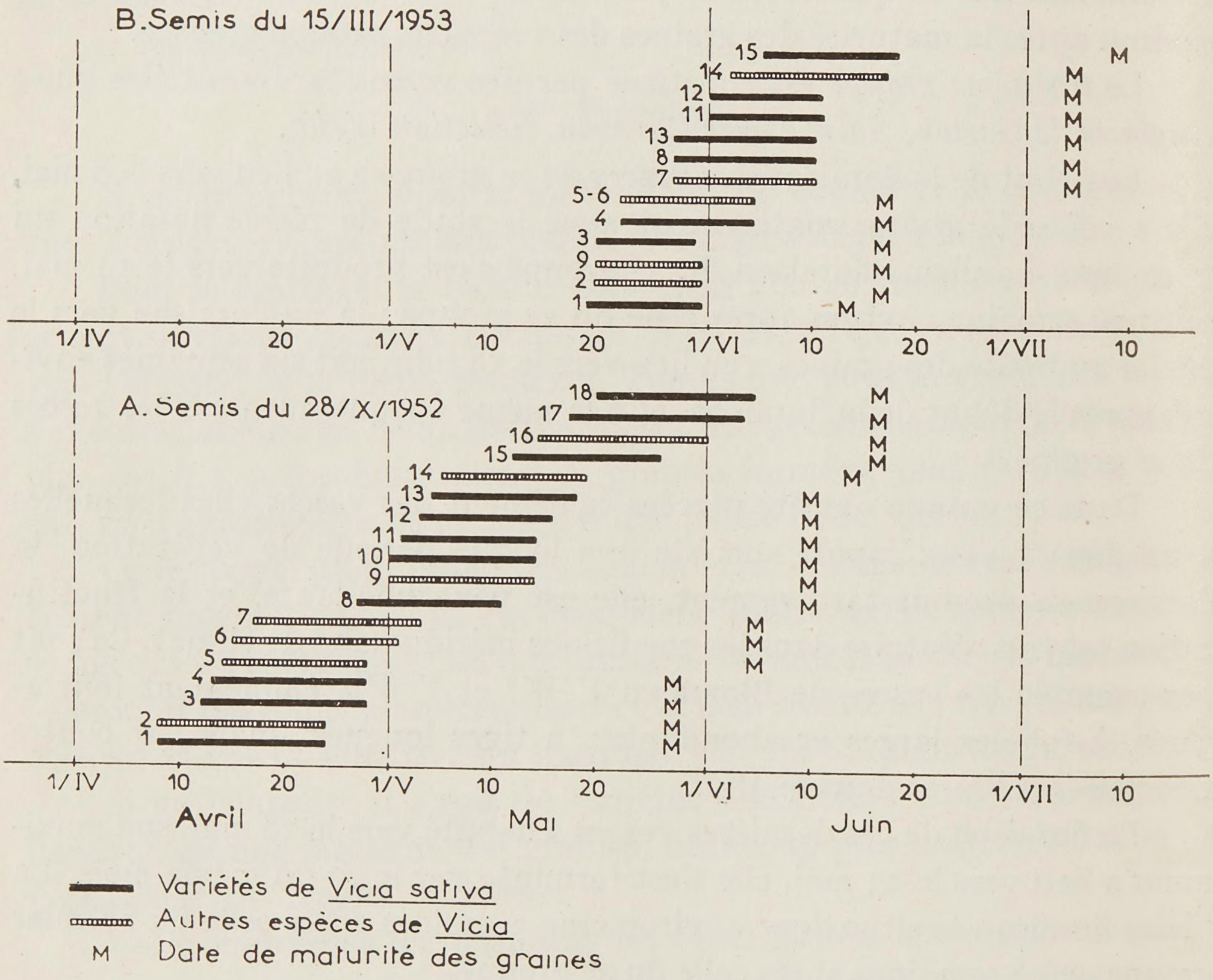


FIG. 19. — Échelonnement de la période de floraison de diverses espèces et variétés de vesces, en fonction de l'époque du semis.

1 ; INRA à fleur blanche. — 2 : *Vicia Benghalensis*. — 3 : Cl. 3477-3, Languedoc 159, INRA graine verte, Bulgarie 3245. — 4 : Turque C : Nord 3. — 5 : *Vicia Narbonensis*. — 6 : *Vicia pannonica purpurascens*. — 7 : *Vicia dasycarpa*. — 8 : BL. 181. — 9 : *Vicia ervilia*. — 10 : Nord 4. — 11 : BL. 178. — 12 : INRA Hiver. — 13 : INRA à graine blanche, Vesce Bleue, V. du Carouge CL. — 14 : *Vicia villosa W*, *V. varia* : Cerdagne. — 15 : BL. 153. — 16 : *Vicia pannonica* Bèla 16. — 17 : Claudia CL ; St-Omer Ca. — 18. : BL. 165.

Les différences ressortant d'autant mieux que l'on compare des dates de semis plus éloignées dans le temps, et pour plus de clarté, on a uniquement porté sur le graphique suivant (n° 19) les périodes de floraison des vesces du semis du 28-X-1952 ; c'est-à-dire du semis le plus précoce dans la partie inférieure A du graphique ; et les périodes de floraison

de ces mêmes vesces, mais du semis le plus tardif, du 15-III-1953, dans la partie supérieure B, du même graphique.

Sur un deuxième graphique (nº 20) figure la comparaison des durées des périodes de floraison de différents types de vesces en fonction de la levée, en semis d'automne et de printemps.

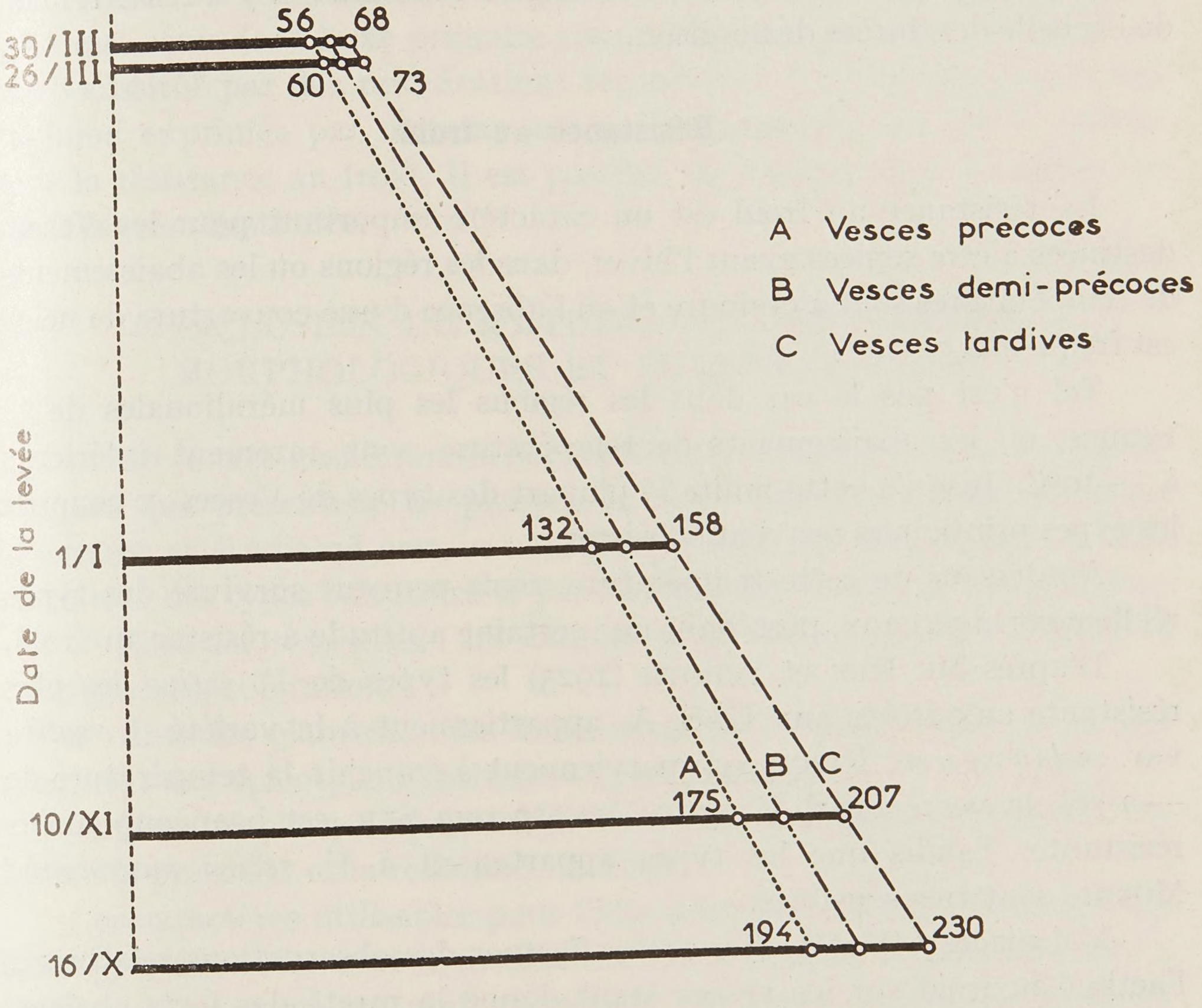


FIG. 20. — Raccourcissement de la durée de la période levée-floraison, en fonction de la date de la levée et de la précocité de la vesce.

Les principales constatations sont, en résumé, les suivantes :

Pour tous les types de vesces :

1. Plus le semis est réalisé tôt à l'automne, plus la floraison a lieu tôt au printemps ; de même, plus le semis est réalisé tard, c'est-à-dire après l'hiver, plus la floraison a lieu tard.

2. Plus le semis est réalisé tôt à l'automne, plus la durée de la période levée-floraison est grande ; plus le semis a lieu tard au printemps, plus la durée de cette même période est courte.

Suivant le type de précocité de la vesce :

3. Le décalage entre l'époque de la floraison d'un semis précoce et celle d'un semis tardif, est d'autant plus grand qu'il s'agit d'un type plus précoce, de la vesce commune. Par exemple, le décalage entre pleine florai-

son du 1er semis et du 5e semis, est de 40 jours environ chez la vesce *INRA à fleur blanche* ; ce décalage n'est plus que de 22 jours pour la vesce tardive *BL. 153.*

4. L'intervalle entre les dates de floraison des vesces précoces et des vesces tardives est beaucoup moins grand dans le cas d'un semis effectué au printemps, que dans le cas d'un semis d'automne ; il y a resserrement de l'échelle des durées de floraison.

2° Résistance au froid

La résistance au froid est un caractère important pour les Vesces destinées à être semées avant l'hiver, dans les régions où les abaissements de températures sont à craindre et où l'absence d'une couverture de neige est fréquente.

Tel n'est pas le cas dans les régions les plus méridionales de la France, où les abaissements de température sont rarement inférieurs à — 10°C. Jusqu'à cette limite la plupart des types de Vesces, y compris les types printaniers peuvent subsister.

Au-dessous de cette température, seuls peuvent survivre des types réellement hivernaux, possédant une certaine aptitude à résister au froid.

D'après Mc Kee et Schoth (1925) les types de *V. sativa* les plus résistants aux froids aux U. S. A. appartiennent à la variété *V. sativa* var. *melanosperma* Reich, qui parviennent à franchir la température de — 13°C, la vesce Pearl *V. sativa leucosperma* Ser. est beaucoup moins résistante. Tandis que les types appartenant à *V. sativa macrocarpa* Morris sont très sensibles.

Mal placés à Montpellier pour effectuer des observations relatives à l'action du froid sur les vesces étant donné la rareté des forts abaissements de la température, nous avons pu obtenir des renseignements sur la sensibilité de divers types de vesces grâce à M. Meneret qui les a introduits dans ses essais de résistance au froid à Chaux-des-Prés.

Le classement, après un abaissement de température de — 15°C a été le suivant :

1. Vesce *INRA Hiver* : Nettement très peu touchée ; la plupart des feuilles de la base sont vertes ;

2. Vesce *Nord 1* : Très peu touchée ;

3. Vesce de *Cerdagne* Montpellier : Assez touchée ;

4. et 5. *V. villosa* W et *V. villosa* Anatolie : Assez touchées, un peu plus que 3 ;

6. Vesce *bleue* et 7. Vesce *INRA à graine blanche* : Très touchées ;

8. Vesce *Nord* : La plus touchée.

Une deuxième notation, effectuée 1 mois plus tard (le 17 janvier 1952), la température ayant atteint le minimum de — 17°5 a confirmé le classement.

INRA Hiver et *Nord 1* n'ont pas subi de dégâts plus graves. Tandis que *V. villosa* W, *Cerdagne* et *V. villosa* Anatolie, ont davantage de folioles touchées. Quant aux vesces classées 6-7-8 elles ont été totalement détruites à la température de — 17°5C (1).

Ces indications viennent corroborer l'observation suivant laquelle les types à axe primaire long et persistant seraient moins résistants au froid que ceux dont l'axe primaire court, disparaît de bonne heure, remplacé aussitôt par des ramifications secondaires. De plus elles infirment l'opinion exprimée par certains auteurs de la supériorité de *V. villosa* pour la résistance au froid. Il est possible de trouver chez *V. sativa* des variétés très résistantes.

CONCLUSION DE L'ÉTUDE DES CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

Parmi le très grand nombre de caractères morphologiques et physiologiques que présentent les plantes de vesce commune, nous en avons déterminé et étudié un certain nombre qui sont utilisables pour la différenciation des types culturaux et des variétés. En résumé ont été retenus :

1° Chez les semences : les caractères de forme, grosseur, poids de 1 000 graines, coloration.

2° Chez les plantules : les dimensions des folioles primaires, la longueur de l'axe épicotylé, l'aptitude à la ramification.

3° Chez les plantes adultes : les caractères des feuilles, des fleurs, des fruits ; la précocité et la résistance au froid.

Les caractères utilisables pour l'identification ont été classés en une liste type, détaillée, dont le modèle est donné ci-après. Lorsqu'on aura à étudier un lot, type cultural, ou variété, de Vesce commune, on devra s'efforcer de déterminer tous les caractères qui s'y trouvent mentionnés.

Exemple de fiche descriptive détaillée
d'un lot de Vesce commune à identifier

GRAINES :

Coloration de fond du tégument,
Importance et coloration des ornementations,
Forme,
Poids de 1 000 graines,
Hile, dimensions, forme, coloration,

(1) Il serait nécessaire de répéter les essais de résistance au froid pour les vesces d'hiver, de manière à étudier l'influence du stade du développement de la jeune plante, sur le degré de résistance. En effet, lors d'un abaissement de température à — 10° C à Montpellier en janvier 1954, de graves dégâts ont été constatés sur Vesce *INRA Hiver*, d'un semis du 10 octobre 1953, dont les plantes étaient déjà bien développées. Par contre un semis de Vesce de Cerdagne, de même date, mais dont les plantes étaient moins avancées, a été moins touché.

p. 100 de graines du type différent,
p. 100 de graines dures à l'essai de germination ;

PLANTULES :

Folioles primaires : Nombre de paires par feuille primaire,
Longueur, largeur, rapport $\frac{L}{I}$,
p. 100 de plantules de type différent,
Axe épicotylé : longueur,
Pilosité de l'axe et des folioles,
Nombre de ramifications secondaires ;

VÉGÉTATION :

Feuilles adultes : Nombre de paires de folioles, forme du limbe, forme de l'extrémité,
Stipules : forme, dimensions,
Tiges : pilosité, pigmentation,
Hauteur de la région défoliée au-dessus du sol,
Hauteur totale des plantes adultes,
Nombre de ramifications principales,
Nombre de jours de la levée à la pleine floraison ;

FLEURS :

Largeur de l'étendard à complet épanouissement,
Coloration, intensité de coloration de l'étendard, des ailes, de la carène,
Nombre de fleurs par bouquet ;

FRUITS :

Nombre de jours de la levée à la maturité pour la graine,
Nombre de fruits par bouquet,
Coloration du fruit,
Forme du fruit et dimensions, volume,
Nombre moyen de graines par fruit,
Aspect de la surface externe du fruit,
Aspect interne des valves du fruit,
Forme de l'extrémité inférieure et du bec,
Déhiscence ou indéhiscence à maturité,
p. 100 d'attaque par les Bruchides ;

APTITUDES CULTURALES :

Aptitudes à la production du fourrage ou des graines,
Type hivernal ou printanier,
Résistance au froid.

III. — DESCRIPTION DE QUELQUES PROVENANCES COMMERCIALES DE VESCE COMMUNE. CLASSIFICATIONS

Pour chacune des provenances commerciales dont la liste est donnée ci-dessous, les observations relatives aux caractères morphologiques et physiologiques permettant la différenciation sont indiquées sous forme d'une fiche-résumé :

Liste des provenances commerciales

(1) 1 Américaine Garton.
2 Angerner.
3 Anglaise Garton.
4 Bataille, Printemps.
5 Bleue.
6 Blondeau V W1.
7 Blondeau V W2.
8 Bulgarie 145.
9 Bulgarie 3245.
10 Bydgoszcz.
11 Clause 34773, Printemps.
12 Clause Claudia bleue.
13 Clause, du Carouge.
14 Cracovie.
15 Denaiffe, Hiver.
16 Desprez Printemps.
17 Inra Hiver.
18 Inra à graine blanche, alternative.
19 Inra à fleur blanche, printemps.
20 Inra à graine verte, printemps.
21 Kabylie 118.
22 Languedoc 159.
23 Languedoc 3240-1.
24 Lepeuple, Printemps.
25 Printemps 3799.
26 Roumanie 3232-2.
27 Roumanie 3232-3.
28 Saint-Omer Carneau, Hiver.
29 Syrie 185.
30 Syrie 250.
31 Syrie-Liban Gnis.
32 Turque Garton.
33 Turquie Gnis.
34 Webb, sélection.
35 Werther.
36 Willamette.

I. — CLASSEMENT PAR PRÉCOCITÉ

Les provenances de Vesces ci-dessus ont été classées suivant leur précocité évaluée par la durée en jours de la période de la levée à la pleine floraison en 3 groupes :

I : Vesces très précoces et précoces.
II : Vesces demi-précoces et demi-tardives.
III : Vesces tardives.

Voici les durées moyennes, en jours, des périodes levée-pleine floraison, sur lesquelles on s'est basé pour effectuer le classement précocité des provenances :

Groupe I Très précoces et précoces	Groupe II Demi-précoces et demi-tardives	Groupe III Tardives
Levée en oct. : 190-195 jours	200-215 jours	215-240 jours
— nov. : 170-180 —	180-200 —	200-210 —
— janv. : 130-140 —	140-160 —	160-170 —
— fin mars : 60 —	65 —	75 —

(1) Les numéros correspondent à ceux des fiches de description

Des sous-groupes ont été formés dans les groupes de manière à préciser la position précocité, de chacune des provenances.

IA : Vesces très précoces ; IB : Précoces ; IIA : Demi-précoces ; IIB : Demi-tardives ; IIIA : Tardives.

Voici la classification, par précocité, des provenances commerciales étudiées :

Groupe I IA très précoces	Groupe II IIA demi-précoces	Groupe III IIIA tardives
INRA printemps à fleur blanche. Clause 34773 printemps. Bataille printemps. Languedoc 159. Bulgarie 3245.	Bleue. Bulgarie 145. Roumanie 3232-3. Turque Garton. Lepeuple, de printemps. Kabylie 118. Clause, du Carouge hiver. Willamette. Desprez printemps.	Anglaise de Garton. Blondeau V W1. Saint-Omer Carneau hiver. Webb Sélection. Blondeau V W2.
IB précoces	IIB demi-tardives	
INRA printemps à graine verte. Syrie-Liban GNIS. Syrie 185. Syrie 250. Turquie GNIS. Printemps 3799. Languedoc 3240-1. Roumanie 3232-2.	Cracovie. Bydgoszcz. Clause, Claudia Bleue. Américaine de Garton. INRA alternative, graine blanche. INRA hiver. Denaiffe hiver. Angerner. Werther.	

Entre les sous-groupes IA et IB, on constate une différence de précocité d'environ une semaine, pour la date de début floraison. La même différence, également, entre les sous-groupes IIA et IIB.

Voici maintenant, sous forme de fiche descriptive résumée, les caractères morphologiques et physiologiques servant à la différenciation, pour chacune des provenances commerciales.

FICHES DESCRIPTIVES RÉSUMÉES, DES CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DE QUELQUES PROVENANCES COMMERCIALES DE VESCE COMMUNE.

1. VESCE AMÉRICAINE DE GARTON

ORIGINE :

GARTON à Warrington (Grande-Bretagne) (Transmise par la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles).

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : gris très foncé ;
Ornementations : tachetures sépia et brunâtres ;
Hile : brun fauve ;
Forme : subsphérique ;
Poids de 1 000 graines : 55-65 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : court et large ;
Type principal p. 100 : 85 hétérogène ;
Autres types p. 100 : 15.

FLEUR :

Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : légère ;
Largeur : moyen à étroit, bien segmenté ;
Nombre moyen de graines : 8-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Hivernal.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IIB Demi-tardive.

FRUCTIFICATION :

Fructifère.

Destination

Utilisation principale en semis d'automne ; tardive en semis de Printemps.

2. VESCE ANGERNER

ORIGINE :

Provenance commerciale d'Allemagne (Transmise par le Jardin Botanique de Gatersleben, Berlin Est).

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : gris foncé ;
Ornementations : tachetures brunes ;
Hile : brun ;
Forme : subsphérique ;
Poids de 1 000 graines : 40-50 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur moyenne, larges ;
Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : moyenne, violette.

FRUIT :

Coloration : isabelle ;
Pubescence : glabre, lisse ;
Largeur : étroit ;
Nombre moyen de graines : 8-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Hivernal.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IIB Demi-tardive.

FRUCTIFICATION :

Moyennement fructifère.

Destination

Utilisation principale en semis d'automne ; tardive en semis de Printemps.

3. VESCE ANGLAISE DE GARTON

ORIGINE :

GARTON à Warrington (Grande-Bretagne)
(Transmise par la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles).

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : gris brunâtre ;
Ornementations : tachetures brunes ;
Hile : brun fauve ;
Forme : subsphérique à légèrement lenticulaire ;
Poids de 1 000 graines : 55-65 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur courte, larges ;
Type principal p. 100 : 100 homogène (1) ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : moyenne ;
Nombre moyen de graines : faible 4-6.

Caractères physiologiques

TYPE :

Hivernal.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IIIA Tardive.

FRUCTIFICATION :

Peu fructifère.

Destination

Utilisation principale en semis d'automne ; tardive en semis de printemps.

4. VESCE DE BATAILLE, PRINTEMPS

ORIGINE :

Etablissements BATAILLE, à Fretin, Nord (Transmise par la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles).

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : gris foncé ;
Ornementations : tachetures gris foncé et sépia ;
Hile : brun ;
Forme : pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : 90-120 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur moyenne, larges ;
Type principal p. 100 : 100 homogène (2) ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : grande, violette.

(1) Un lot de même origine, examiné à Versailles a présenté 70 p. 100 de plantules du type principal.

(2) Un lot de même origine, examiné à Versailles, s'est révélé très hétérogène quant au type des plantules.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescent ;
Largeur : large ;
Nombre moyen de graines : 7-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Printanier.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IA Très précoce.

FRUCTIFICATION :

Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions à climat tempéré.

5. VESCE BLEUE

ORIGINE :

Ancienne sélection de SCHRIBAUX (Transmise par l'Ecole Nationale d'Agriculture de Rennes).

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : Bleu noir très foncé, aspect velouté, brillant :
Ornementations : Coloration uniforme ;
Hile : bleu noir, peu visible ;
Forme : régulièrement sphérique ;
Poids de 1 000 graines : 55-65 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur moyenne, larges ;
Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : moyenne, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : moyenne ;
Nombre moyen de graines : 8-10.

Caractères physiologiques

TYPE :

Alternatif.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IIA Demi-précoce.

FRUCTIFICATION :

Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions à climat tempéré.

6. VESCE DE BLONDEAU V. W1

ORIGINE :

Sélection des Etablissements BLONDEAU frères, à Bersée, Nord.

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : gris foncé ;
Ornementations : tachetures brunes, grises, sépia, abondantes ;
Hile : brun ;
Forme : pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : 80-95 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur courte et moyenne, larges $\frac{L}{1} = 2{,}6\text{-}3{,}2$.

Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : légère ;
Largeur : large ;
Nombre moyen de graines : 8-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Printanier.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IIIA Tardive.

FRUCTIFICATION :

Peu fructifère dans le Midi.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées. Type très fourrager.

7. VESCE DE BLONDEAU V. W2

ORIGINE :

Sélection des Etablissements BLONDEAU frères à Bersée, Nord.

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : gris foncé ;
Ornementations : tachetures gris clair ;
Hile : blanchâtre ;
Forme : lenticulaire bombée ;
Poids de 1 000 graines : 60-70 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur et largeur moyennes $\frac{L}{1} = 4{,}5\text{-}5$;

Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : légère ;
Largeur : moyenne à grande ;
Nombre moyen de graines : 8-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Printanier.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IIIA Tardive.

FRUCTIFICATION :

Peu fructifère dans le Midi.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées. Type très fourrager.

8. VESCE DE BULGARIE 145

ORIGINE :

Sélection du Service de l'Expérimentation Agricole de l'Algérie, Maison Carrée, Alger.

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : gris brunâtre ;
Ornementations : tachetures brun clair et sépia ;
Hile : brun fauve ;
Forme : subsphérique ;
Poids de 1 000 graines : 55-70 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur moyenne, largeur moyenne ;
Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : moyenne, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : légère pubescence ;
Largeur : moyenne ;
Nombre moyen de graines : 8-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Printanier.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IIA Demi-précoce.

FRUCTIFICATION :

Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions à climat tempéré.

9. VESCE DE BULGARIE 3245 (1)

ORIGINE :

Sélection du Service de l'Expérimentation Agricole de l'Algérie, Maison-Carrée.

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : grise ;
Ornementations : tachetures gris foncé, quelques-unes sépia ;
Hile : brun étroit ;
Forme : pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : 60 à 80 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur courte, largeur moyenne ;
Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : moyenne, violette.

(1) Présentent des caractéristiques semblables les sélections suivantes : Bulgarie Alger 142, 148-149, 150, 151 (les 4 dernières présentent des poids de 1 000 graines plus élevés que Bulgarie 3245, atteignant jusqu'à 120 grammes. Même remarque pour Kabylie Alger 3249-3, 115, 119, 128, semblables à Bulgarie 3245.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : large ;
Nombre moyen de graines : 8-10.

Caractères physiologiques

TYPE :

Printanier.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IA Très précoce.

FRUCTIFICATION :

Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

10. VESCE DE BYDGOSZCZ

ORIGINE :

Population de Pays, reçue directement de la Station Agricole Expérimentale de Wielichowo (Pologne).

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : hétérogène, gris ou brun foncé, ou vert ;
Ornementations : tachetures nombreuses sépia ou bien aspect fumé de brun ;
Hile : brun fauve ;
Forme : hétérogène, de subsphérique à pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : hétérogène, de 45 à 60 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur longue, larges ;
Type principal p. 100 : 75 hétérogène ;
Autres types p. 100 : 25 (non compris impuretés diverses : *V. villosa* et *Ervum* sp.).

FLEUR :

Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : moyenne ;
Nombre moyen de graines : 7-10.

Caractères physiologiques

TYPE :

Hivernal.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IIB Demi-tardive.

FRUCTIFICATION :

Moyenne.

Destination

Utilisation en semis d'automne. Tardive en semis de printemps.

11. VESCE DE CLAUSE, de Printemps (1)

ORIGINE :

Etablissements de Sélection CLAUSE à Brétigny-s-Orge (Transmise par la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles).

(1) Indication du lot commercial : nº 34 773.

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : grise ;
Ornementations : tachetures brunes et sépia ;
Hile : brun ;
Forme : pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : 60 à 80 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires : longueur moyenne, larges ;
Type principal p. 100 : 90 un peu hétérogène (1) ;
Autres types p. 100 : 10.

FLEUR :

Grandeur et coloration : grande, violette;

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : large ;
Nombre moyen de graines : 7-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Printanier.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IA Très Précoce.

FRUCTIFICATION :

Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

12. VESCE DE CLAUSE : CLAUDIA BLEUE

ORIGINE :

Etablissements de Sélection CLAUSE, à Brétigny-s-Orge.

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : bleu noir ;
Ornementations : nulles ;
Hile : bleu noir, ligne médiane blanchâtre, étroit ;
Forme : tendance à pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : 45-55 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur courte, larges, pigmentées d'anthocyane ;
Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :

Coloration : isabelle clair ;
Pubescence : absence de pubescence
Largeur : étroite ;
Nombre moyen de graines : 7-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Hivernal.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IIB Demi-tardive.

FRUCTIFICATION :

Fructifère dans le Midi.

(1) Un lot de même origine, examiné à Versailles, s'est révélé hétérogène quant au type des plantules (65 p. 100 du type principal).

Destination

Utilisation en semis d'automne.

13. VESCE DE CLAUSE, DU CAROUGE, d'Hiver

ORIGINE :

Etablissements de Sélection CLAUSE, à Brétigny-s-Orge.

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : gris brunâtre ;
Ornementations : tachetures brun clair ;
Hile : brun clair, étroit ;
Forme : tendance à pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : 55-65 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur et largeur moyennes ;
Type principal p. 100 : 90 un peu hétérogène ;
Autres types p. 100 : 10.

FLEUR :

Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : moyenne ;
Nombre moyen de graines : 7-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Hivernal.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe IIA Demi-précoce.

FRUCTIFICATION :

Peu fructifère dans le Midi.

Destination

Utilisation en semis d'automne.

14. VESCE DE CRACOVIE

ORIGINE :

Population de Pays, reçue directement de la Station Agricole Expérimentale de Wielichowo (Pologne).

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : gris foncé ;
Ornementations : tachetures nombreuses, sépia ;
Hile : brun fauve ;
Forme : subsphérique ;
Poids de 1 000 graines : 50-60 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur courte, largeur moyenne ;
Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : moyenne à petite, violette.

FRUIT :

Coloration : isabelle clair ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : moyenne ;
Nombre moyen de graines : 8-9.

Caractères physiologiques

TYPE :
Hivernal.

VÉGÉTATION :
Précocité. Groupe : IIB Demi-tardive.

FRUCTIFICATION :
Fructifère.

Destination

Utilisation en semis d'automne. Tardive en semis de printemps.

15. VESCE DE DENAIFFE HIVER

ORIGINE :
Etablissements de Sélection DENAIFFE, à Carignan (Ardennes) (Transmise par la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles).

Caractères morphologiques

GRAINE :
Coloration : gris brunâtre, clair ;
Ornementations : brunâtres peu nombreuses, peu foncées ;
Hile : brun foncé ;
Forme : subsphérique à pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : 50-55 grammes.

PLANTULES :
Folioles primaires, type : longueur courte, larges ;
Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :
Grandeur et coloration : moyenne, violette.

FRUIT :
Coloration : isabelle clair ;
Pubescence : absence de pubescence ;
Largeur : étroit ;
Nombre moyen de graines : 8-10.

Caractères physiologiques

TYPE :
Hivernal.

VÉGÉTATION :
Précocité. Groupe : IIB Demi-tardive.

FRUCTIFICATION :
Peu fructifère dans le Midi.

Destination

Utilisation en semis d'automne.

16. VESCE DESPREZ PRINTEMPS

ORIGINE :
Etablissements de Sélection DESPREZ, à Cachomprez-Templeuve (Nord) (Transmise par la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles).

Caractères morphologiques

GRAINE :
Coloration : gris brunâtre ;
Ornementations : tachetures sépia, nombreuses, assez foncées ;
Hile : brun fauve ;
Forme : pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : 60-80 grammes.

PLANTULES :
Folioles primaires, type : longueur moyenne, larges ;
Type principal p. 100 : 100 homogène (1) ;
Autres types p. 100 : 0.

(1) Un lot de même origine, examiné à Versailles, s'est révélé hétérogène quant au type de plantules (80 p. 100 du type principal).

FLEUR :

Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : moyenne ;
Nombre moyen de graines : 7-8.

Caractères physiologiques

TYPE :

Printanier.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IIA Demi-précoce.

FRUCTIFICATION :

Peu fructifère dans le Midi.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

17. VESCE INRA HIVER

ORIGINE :

Sélection de la Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier INRA, à partir d'une population de la Haute-Loire.

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : gris clair ;
Ornementations : rares ponctuations grises ou brunes ;
Hile : brun fauve, linéaire, moyen ;
Forme : subsphérique ;
Poids de 1 000 graines : 45-65 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur et largeur moyennes ;

Type principal p. 100 : 90 un peu hétérogène $\frac{L}{l} = 5$ à 7 ;

Autres types p. 100 : 10 un peu hétérogène $\frac{L}{l} = 3{,}5$ à 5.

FLEUR :

Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :

Coloration : isabelle clair ;
Pubescence : absence de pubescence ;
Largeur : moyenne à étroite ;
Nombre moyen de graines : 7-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Hivernal.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IIB Demi-tardive.

FRUCTIFICATION :

Moyenne.

Destination

Utilisation en semis d'automne.

18. VESCE INRA A GRAINE BLANCHE, ALTERNATIVE

ORIGINE :

Sélection de la Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier INRA, à partir d'une population cultivée à l'E. N. A. M.

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : blanc crème rosé (quelques graines brunâtres) ;
Ornementations : absentes ;
Hile : crème, peu visible, étroit, allongé ;
Forme : subsphérique ;
Poids de 1 000 graines : 45-60 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longue étroite $\frac{L}{1} = 8\text{-}10$;

Type principal p. 100 : 95 un peuhétérogène ;

Autres types p. 100 : 5 $\frac{L}{1} = 6\text{-}8$, moins étroites.

FLEUR :

Grandeur et coloration : moyenne à grande, violette.

FRUIT :

Coloration : isabelle clair ;
Pubescence : absente, lisse ;
Largeur : étroit, bien segmenté ;
Nombre moyen de graines : 8-10.

Caractères physiologiques

TYPE :

Alternatif.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IIB Demi-tardive.

FRUCTIFICATION :

Moyennement fructifère.

Destination

Utilisation en semis d'automne en régions tempérées, sinon en semis de printemps.

19. VESCE INRA A FLEUR BLANCHE, PRINTEMPS

ORIGINE :

Sélection de la Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier INRA, dans une population importée de Syrie-Liban.

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : brun rougeâtre ;
Ornementations : rares, parfois quelques mouchetures brunes ;
Hile : brun, allongé ;
Forme : subglobuleuse à polyédrique, ou irrégulière ;
Poids de 1 000 graines : 50-65 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : long-étroit $\frac{L}{1} = 6\text{-}9$;

Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : petite à moyenne, 10-15 mm. Blanc crème (1 p. 100 de fleurs violettes).

FRUIT :

Coloration : chamois à isabelle clair ;
Pubescence : très légère pubescence ;
Largeur : largeur moyenne ;
Nombre moyen de graines : 7-10.

Caractères physiologiques

TYPE :
Printanier.

VÉGÉTATION :
Précocité. Groupe : IA Très précoce.

FRUCTIFICATION :
Très bonne.

Destination

Utilisation en semis de printemps, et comme culture dérobée fourragère ou engrais vert. En semis d'automne en régions tempérées.

20. VESCE INRA A GRAINE VERTE, PRINTEMPS

ORIGINE :
Sélection de la Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier, INRA, dans une population importée de Syrie-Liban.

Caractères morphologiques

GRAINE :
Coloration : vert uniforme ou légèrement fumé ;
Ornementations : nulles, ou rares peu foncées ;
Hile : brun fauve, allongé, étroit ;
Forme : arrondie-sublenticulaire ;
Poids de 1 000 graines : 55-70 grammes.

PLANTULES :
Folioles primaires, type : longueur moyenne, étroites $\frac{L}{l} = 8\text{-}11$;
Type principal p. 100 : 95 un peu hétérogène ;
Autres types p. 100 : 5 moins allongé $\frac{L}{l} = 6\text{-}8$.

FLEUR :
Grandeur et coloration : petite à très petite 15-8 mm, violette.

FRUIT :
Coloration : chamois à isabelle clair ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : moyenne ;
Nombre moyen de graines : 7-9.

Caractères physiologiques

TYPE :
Printanier .

VÉGÉTATION :
Précocité. Groupe : IB Précoce.

FRUCTIFICATION :
Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

21. VESCE DE KABYLIE 118

ORIGINE :
Sélection du Service de l'Expérimentation Agricole de l'Algérie, Maison-Carrée.

Caractères morphologiques

GRAINE :
Coloration : gris brun foncé ;
Ornementations : tachetures brunes et sépia ;
Hile : brun, allongé ;
Forme : pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : 90-110 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : très longues, étroites $\frac{L}{I} = 13,5\text{-}14,5$;

Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : large ;
Nombre moyen de graines : 7-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Printanier ;

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe IIA Demi-précoce.

FRUCTIFICATION :

Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

22. VESCE DU LANGUEDOC 159

ORIGINE :

Sélection du Service de l'Expérimentation Agricole de l'Algérie, Maison-Carrée.

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : gris foncé ;
Ornementations : tachetures brunes et sépia ;
Hile : brun ;
Forme : subsphérique ;
Poids de 1 000 graines : 50-60 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur courte, étroites $\frac{L}{I} = 5,5\text{-}6,5$;

Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : petite à moyenne, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : étroite ;
Nombre moyen de graines : 7-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Printanier.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IA Très précoce.

FRUCTIFICATION :

Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

23. VESCE DU LANGUEDOC 3240-1 (1)

ORIGINE :

Sélection du Service de l'Expérimentation Agricole de l'Algérie, Maison-Carrée.

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : gris foncé ;
Ornementations : tachetures brunes et sépia ;
Hile : brun ;
Forme : pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : 80 à 95 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur courte, larges ;
Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : moyenne, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : large ;
Nombre moyen de graines : 7-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Printanier.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IB Précoce.

FRUCTIFICATION :

Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

24. VESCE LEPEUPLE, PRINTEMPS

ORIGINE :

Etablissements de Sélection LEPEUPLE à Orchies (Nord) (Transmise par la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles).

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : gris foncé ;
Ornementations : tachetures sépia, plus ou moins nombreuses ;
Hile : brun ;
Forme : pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : 60 à 80 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur moyenne, larges ;
Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : absence de pubescence ·
Largeur : moyenne ;
Nombre moyen de graines : 8-9.

(1) Présentent des caractéristiques semblables les sélections suivantes : Languedoc Alger 154 et 155, 161, 167. (Ces 3 dernières présentent des poids de 1 000 graines plus élevés que Languedoc 3240-1, atteignant jusqu'à 135 grammes).

Caractères physiologiques

TYPE :
Printanier.

VÉGÉTATION :
Précocité. Groupe : IIA Demi-précoce.

FRUCTIFICATION :
Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

25. VESCE DE PRINTEMPS 3799

ORIGINE :
Sélection du Service de l'Expérimentation Agricole d'Algérie. Maison-Carrée.

Caractères morphologiques

GRAINE :
Coloration : gris foncé ;
Ornementations : tachetures brunes et sépia ;
Hile : brun fauve ;
Forme : pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : 80-95 grammes.

PLANTULES :
Folioles primaires, type : longueur longue, étroites ;
Type principal p. 100 : 50 très hétérogène ;
Autres types p. 100 : 50 longueur moyenne, larges.

FLEUR :
Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :
Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : large ;
Nombre moyen de graines : 7-9.

Caractères physiologiques

TYPE :
Printanier.

VÉGÉTATION :
Précocité. Groupe : IB Précoce.

FRUCTIFICATION :
Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

26. VESCE DE ROUMANIE 3232-2 (1)

ORIGINE :
Sélection du Service de l'Expérimentation Agricole d'Algérie, Maison-Carrée.

Caractères morphologiques

GRAINE :
Coloration : grise ;
Ornementations : tachetures brunes et sépia ;
Hile : brun, étroit ;
Forme : subsphérique à pulviniforme, irrégulière ;
Poids de 1 000 graines : 60 à 80 grammes.

PLANTULES :
Folioles primaires, type : longueur courte et largeur moyenne ;
Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

(1) Présentent des caractéristiques morphologiques semblables à celles de Roumanie 3232-2 les sélections suivantes : Roumanie 3226-2-1 et 3226-2-II Alger ; cependant elles sont plus tardives d'une quinzaine de jours environ.

FLEUR :
Grandeur et coloration : moyenne, violette.

FRUIT :
Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère
Largeur : large ;
Nombre moyen de graines : 7-9.

Caractères physiologiques

TYPE :
Printanier.

VÉGÉTATION :
Précocité. Groupe : IB Précoce.

FRUCTIFICATION :
Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

27. VESCE DE ROUMANIE 3232-3

ORIGINE :
Sélection du Service de l'Expérimentation Agricole d'Algérie. Maison-Carrée.

Caractères morphologiques

GRAINE :
Coloration : grise ;
Ornementations : mouchetures légères, gris foncé ;
Hile : brun fauve ou gris ;
Forme : subsphérique ;
Poids de 1 000 graines : 45-60 grammes.

PLANTULES :
Folioles primaires, type : longueur courte et largeur moyenne ;
Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :
Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :
Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : moyenne ;
Nombre moyen de graines : 7-8.

Caractères physiologiques

TYPE :
Printanier.

VÉGÉTATION :
Précocité. Groupe : IIA Demi-précoce. Départ rapide, mais maturité demi-précoce.

FRUCTIFICATION :
Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

28. VESCE DE SAINT-OMER, D'HIVER

ORIGINE :
Etablissements de Sélection CARNEAU frères, à Orchies (Nord).

Caractères morphologiques

GRAINE :
Coloration : gris foncé ;
Ornementations : tachetures grises, brun foncé ou sépia ;
Hile : brun fauve ;
Forme : sublenticulaire ;
Poids de 1 000 graines : 50-60 grammes.

PLANTULES :
Folioles primaires, type : longueur courte, larges ;
Type principal p. 100 : 70 hétérogène ;
Autres types p. 100 : 30.

FLEUR :
Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :
Coloration : isabelle clair ;
Pubescence : absence de pubescence ;
Largeur : moyenne ou étroite ;
Nombre moyen de graines : 7-8.

Caractères physiologiques

TYPE :
Hivernal.

VÉGÉTATION :
Précocité. Groupe : IIIA Tardive.

FRUCTIFICATION :
Peu fructifère dans le Midi.

Destination

Utilisation en semis d'automne, en toutes régions.

29. VESCE DE SYRIE 185 (1)

ORIGINE :
Sélection du Service de l'Expérimentation Agricole d'Algérie. Maison-Carrée.

Caractères morphologiques

GRAINE :
Coloration : verdâtre ;
Ornementations : aspect fumé ;
Hile : brun, étroit ;
Forme : pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : 60 à 80 grammes.

PLANTULES :
Folioles primaires, type : longueur courte, largeur moyenne ;
Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :
Grandeur et coloration : moyenne, violette.

FRUIT :
Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : large ;
Nombre moyen de graines : 7-9.

Caractères physiologiques

TYPE :
Printanier.

VÉGÉTATION :
Précocité. Groupe : IB Précoce.

FRUCTIFICATION :
Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

30. VESCE DE SYRIE 250

ORIGINE :
Sélection du Service de l'Expérimentation Agricole d'Algérie. Maison-Carrée.

(1) Présente les mêmes caractères que Syrie 185, la sélection n° 184 d'Alger.

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : gris foncé ;
Ornementations : tachetures brunes et sépia ;
Hile : brun, étroit ;
Forme : pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : 55 à 70 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur et largeur moyennes ;
Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :

Grandeur et coloration : moyenne, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : moyenne ;
Nombre moyen de graines : 7-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Printanier.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IB Précoce.

FRUCTIFICATION :

Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

31. VESCE DE SYRIE-LIBAN GNIS

ORIGINE :

Echantillon d'un lot d'importation en provenance de Syrie-Liban (Transmis par le G. N. I. S. Paris).

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration (1) gris brun foncé, ou vert uniforme ;
Ornementations : tachetures grises, ou brun foncé, ou absence de tachetures ;
Hile : brun ;
Forme : subsphérique à sublenticulaire ;
Poids de 1 000 graines : 55 à 70 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur moyenne, largeur moyenne ou étroites ;
Type principal p. 100 : 80 très hétérogène ;
Autres types p. 100 : 20.

FLEUR :

Grandeur et coloration : moyenne à petite, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : moyenne ;
Nombre moyen de graines : 8-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Printanier.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IB Précoce.

FRUCTIFICATION :

Très fructifère.

(1) Voir note 1 page 435.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

32. VESCE TURQUE DE GARTON

ORIGINE :

GARTON à Warrington (Grande-Bretagne). (Transmise par la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles).

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration (1) : gris brun foncé, ou vert uniforme ;
Ornementations : tachetures brun foncé, ou absence de tachetures ;
Hile : brun ;
Forme : plus ou moins pulviniforme ;
Poids de 1 000 graines : 45-60 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : variable (2) ;
Type principal p. 100 : variable ;
Autres types p. 100 : variable.

FLEUR :

Grandeur et coloration : moyenne, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : moyenne ;
Nombre moyen de graines : 6-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Printanier.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IIA Demi-précoce.

FRUCTIFICATION :

Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

33. VESCE DE TURQUIE, GNIS

ORIGINE :

Echantillon d'un lot d'importation en provenance de Turquie (Transmis par le G. N. I. S. Paris).

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration (3) : gris foncé ou verte ;
Ornementations : très variables, de rares à nombreuses ;
Hile : brun ;
Forme : très variable, de nettement pulviniforme à subsphérique ;
Poids de 1 000 graines : 55-70 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : en majorité de longueur et largeur moyennes ;
Type principal p. 100 : 60 très hétérogène ;
Autres types p. 100 : (4) 40.

(1) Deux types principaux de graines, nettement différenciables par leur coloration.
(2) Deux types principaux de graines, nettement différenciables par la coloration. A chacun de ces types de coloration correspondent les types suivants de folioles primaires :
Graines grises : folioles courtes, de largeur moyenne.
Graines vertes : folioles longues et larges.
(3) Deux types principaux de graines, nettement différenciables par la coloration.
(4) Nombreuses impuretés, notamment *Vicia angustifolia* et *Ervum* sp.

FLEUR :

Grandeur et coloration : moyenne, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : moyenne ;
Nombre moyen de graines : 7-9.

Caractères physiologiques

TYPE :

Printanier ;

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IB Précoce.

FRUCTIFICATION :

Fructifère.

Destination

Utilisation en semis de printemps. En semis d'automne en régions tempérées.

34. VESCE DE WEBB, Sélection

ORIGINE :

Stourbridge (Grande-Bretagne) (Transmise par la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles).

Caractères morphologiques

GRAINE :

Coloration : gris foncé ;
Ornementations : ponctuations sépia ;
Hile : brun fauve ;
Forme : subsphérique ;
Poids de 1 000 graines : 45-60 grammes.

PLANTULES :

Folioles primaires, type : longueur courte, larges ;
Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0

FLEUR :

Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :

Coloration : chamois ;
Pubescence : pubescence légère ;
Largeur : moyenne ;
Nombre moyen de graines : 8-10.

Caractères physiologiques

TYPE :

Hivernal.

VÉGÉTATION :

Précocité. Groupe : IIIA Tardive.

FRUCTIFICATION :

Peu fructifère.

Destination

Utilisation en semis d'automne, en toutes régions.

35. VESCE WERTHER

ORIGINE :

Provenance commerciale d'Allemagne (Transmise par le Jardin Botanique de Gatersleben-Berlin-Est).

Caractères morphologiques

GRAINE :
Coloration : gris foncé ;
Ornementations : tachetures brunes ;
Hile : brun ;
Forme : subsphérique ;
Poids de 1 000 graines : 40-50 grammes.

PLANTULES :
Folioles primaires, type : longueur courte, larges ;
Type principal p. 100 : 100 homogène ;
Autres types p. 100 : 0.

FLEUR :
Grandeur et coloration : moyenne, violette.

FRUIT :
Coloration : isabelle clair ;
Pubescence : absence de pubescence ;
Largeur : étroite ;
Nombre moyen de graines : 8-9.

Caractères physiologiques

TYPE :
Hivernal.

VÉGÉTATION :
Précocité. Groupe : IIB Demi-tardive.

FRUCTIFICATIQN :
Moyenne.

Destination

Utilisation en semis d'automne en toutes régions. Tardive en semis de printemps.

36. VESCE WILLAMETTE

ORIGINE :
Provenance commerciale des U. S. A. (Transmise par la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles).

Caractères morphologiques

GRAINE :
Coloration : gris brunâtre ;
Ornementations : tachetures gris brun foncé ;
Hile : brun ;
Forme : subsphérique ;
Poids de 1 000 graines : 45-55 grammes.

PLANTULES :
Folioles primaires, type : longueur courte, larges;
Type principal p. 100 : 80 hétérogène ;
Autres types p. 100 : 20.

FLEUR :
Grandeur et coloration : grande, violette.

FRUIT :
Coloration : isabelle clair ;
Pubescence : absence de pubescence;
Largeur : étroite ;
Nombre moyen de graines : 8-9.

Caractères physiologiques

TYPE :
Hivernal ou alternatif.

VÉGÉTATION :
Précocité. Groupe : IIA Demi-précoce.

FRUCTIFICATION :
Fructifère.

Destination

Utilisation en semis d'automne, ou de printemps.

2. — CLASSIFICATION DES PROVENANCES COMMERCIALES DE VESCE COMMUNE

D'après leurs caractères morphologiques et physiologiques, les provenances commerciales de Vesces commune ont fait l'objet d'une classification, indiquée dans les tableaux suivants (Tableaux I et II).

La répartition est opérée de la manière ci-après :

Section I. — Type hivernal

Caractères communs : Graine de grosseur petite ou moyenne, atteignant rarement 60 grammes au poids de 1 000 graines. Graine de forme généralement subsphérique. Plantules à ramification basale précoce, mais à allongement de l'axe épicotylé lent et de peu de durée. Floraison demi-tardive ou tardive. Fleur moyenne ou grande. Fruit isabelle clair, glabre, ou chamois à pubescence légère, de largeur étroite et moyenne.

Sous-section 1. Fruit à coloration isabelle clair, glabre, largeur étroite.

Sous-section 2. Fruit à coloration chamois, à pubescence légère, largeur étroite à moyenne.

Section II. — Type printanier

Caractères communs : Graine de grosseur variable, généralement de moyenne à grosse, de forme variable, fréquemment pulviniforme. Plantules à ramification basale peu abondante et peu précoce, mais à allongement de l'axe épicotylé rapide et durable. Floraison précoce ou demi-précoce. Fructification généralement abondante, même en semis de printemps. Fruit chamois, à pubescence légère.

Sous-section 1 Graine de grosseur petite à moyenne (poids de 1 000 graines inférieur à 70 grammes), fleur très petite, petite ou moyenne. Fruit largeur étroite ou moyenne.

Sous-section 2. Graine de grosseur moyenne à grosse (poids de 1 000 graines voisin de 80 grammes, ou supérieur). Fleur moyenne ou grande. Fruit, largeur : large.

IV. — AUTRES ESPÈCES DE VESCES CULTIVÉES *VICIA VARIA* Host

En dehors de la Vesce commune, peu d'autres espèces de Vesces font en France l'objet de transactions, si ce n'est l'espèce *Vicia varia* Host.

Sous la désignation : *Vesce de Cerdagne, Vesce Augiana*, sont actuellement commercialisées et cultivées principalement dans le Midi de la France des semences de populations constituées par des écotypes présentant un grand intérêt cultural du fait de leur rusticité : leur bon comportement en régions où l'hiver n'est pas d'une très grande rigueur, et où les

TABLEAU I

Classification des provenances commerciales de vesce commune d'après leurs caractères morphologiques et physiologiques

Section I : TYPE HIVERNAL

Graine de grosseur petite ou moyenne ; de forme généralement subsphérique ; plantules à ramification basale précoce, mais allongement de l'axe épicotylé lent et de peu de durée ; floraison demi-tardive ou tardive ; fleur moyenne ou grande ; fruit isabelle clair, glabre ou chamois à pubescence légère, de largeur étroite ou moyenne.

Caractères morphologiques	Graine coloration et forme	Poids 1 000 graines	Groupe de précocité	Désignation	N° de la fiche
Sous-section 1					
Fruit isabelle clair, à surface glabre ; largeur : étroite.					
Folioles primaires, largeur : étroite.					
— Poids de 1 000 graines inférieur à 55 grammes, graine petite.					
Folioles primaires, longueur : longue à moyenne.					
× Fleur, grandeur : moyenne à grande	blanc-crème, subsphérique	45-60	IIB	Inra à graine blanche (alternative).	18 (1)
Folioles primaires, largeur : moyenne ou large.					
— Poids de 1 000 graines inférieur à 65 g, graine petite à moyenne.					
Folioles primaires, longueur : moyenne ou courte	grise subsphérique	40-50	IIB	Angerner.	2
	gris foncé subsphérique	40-50	IIB	Werther.	35
× Fleur, grandeur : moyenne	gris brun subsphérique	50-55	IIB	Denaiffe, hiver.	15
	gris clair subsphérique	45-55	IIB	Inra hiver.	17
	bleu noir ± pulviniforme	45-55	IIB	Clause Claudia bleue.	12
× Fleur, grandeur : grande	gris brun, subsphérique	45-55	IIA	Willamette (alternative).	36
	gris foncé ± lenticulaire	50-60	IIIA	Saint-Omer Carneau hiver.	28
Sous-section 2					
Fruit chamois, à surface légèrement pubescente, largeur : étroite à moyenne.					
Folioles primaires, largeur : moyenne à large.					
— Poids de 1 000 graines de 50 à 75 g.					
Folioles primaires, longueur : moyenne à courte.					
	gris foncé, subsphérique	50-60	IIB	Cracovie.	14
× Fleur, grandeur : moyenne	bleu noir, sphérique	55-65	IIA	Bleue (alternative).	5
	gris brun ± pulviniforme	55-65	IIA	Clause du Carouge hiver.	13
	grise, subsphérique	55-65	IIB	Américaine Garton.	1
× Fleur, grandeur : grande	gris brun, subsphérique	55-65	IIIA	Anglaise Garton.	3
	gris foncé, subsphérique	45-60	IIIA	Webb sélection.	34
Folioles primaires, longueur : longue.					
× Fleur, grandeur : grande	gris brun, subsphérique	45-60	IIB	Bydgoszcz.	10

(1) Les numéros correspondent à ceux des fiches de description des caractères.

Tableau II

Section II : Type printanier

Graine de grosseur variable, généralement de moyenne à grosse ; de forme variable, fréquemment pulviniforme. Plantules à ramification basale peu abondante et peu précoce, mais allongement de l'axe épicotylé rapide et durable. Floraison précoce ou demi-précoce. Fructification généralement abondante, même en semis de printemps (1). Fruit chamois, à pubescence légère.

Caractères morphologiques	Graine coloration et forme	Poids 1 000 graines	Groupe de précocité	Désignation	N° de la fiche
Sous-section 1					
Grosseur de la graine : petite à moyenne (poids de 1 000 graines inférieur à 70 g). Fleur petite ou moyenne. Fruit largeur : étroite ou moyenne.					
Folioles primaires, largeur : étroite.					
Folioles primaires, longueur : courte ou moyenne.					
× Fleur, grandeur : très petite à petite	verte, sublenticulaire	55-70	IB	Inra printemps graine verte.	20
× Fleur, grandeur : petite à moyenne	gris foncé subsphérique	50-60	IA	Languedoc 159.	22
Folioles primaires, longueur : longue.					
× Fleur, grandeur : moyenne	brune subglobuleuse	50-65	IA	Inra printemps fleur blanche.	19
Folioles primaires, largeur : moyenne à large.					
Folioles primaires, longueur : courte ou moyenne.					
× Fleur, grandeur : petite à moyenne	gris brun, subsphérique	55-70	IB	Syrie-Liban Gnis.	31
	gris pulviniforme	55-70	IB	Syrie 250.	30
	gris vert, pulviniforme	55-70	IB	Turquie Gnis.	33
	gris brun, subsphérique	55-70	IIA	Bulgarie 145.	8
	gris subsphérique	45-60	IIA	Roumanie 3232-3.	27
Folioles primaires, longueur : longue.					
× Fleur, grandeur : moyenne	gris brun ± pulviniforme	45-60	IIA	Turque Garton.	32
Sous-section 2					
Grosseur de la graine : moyenne à grosse (poids de 1 000 graines voisin de 80 g ou supérieur). Fleur moyenne ou grande. Fruit, largeur : large.					
Folioles primaires, largeur : étroite.					
Folioles primaires, longueur : longue.					
× Fleur, grandeur : grande	gris foncé pulviniforme	80-95	IB	Printemps 3799.	25
	gris foncé pulviniforme	90-110	IIA	Kabylie 118.	21
Folioles primaires, largeur : large.					
Folioles primaires, longueur : courte ou moyenne.					
× Fleur, grandeur : moyenne	gris pulviniforme	60-80	IA	Bulgarie 3245.	9
	vert pulviniforme	60-80	IB	Syrie 185.	29
	gris pulviniforme	60-80	IB	Roumanie 3232-2.	26
	gris foncé pulviniforme	80-95	IB	Languedoc 3240-1.	23
Folioles primaires, longueur : moyenne.					
× Fleur grande	gris pulviniforme	60-80	IA	Clause, printemps.	11
	gris pulviniforme	60-80	IA	Lepeuple printemps.	24
	gris brun pulviniforme	60-80	IIA	Desprez (1).	16
	gris foncé ± lenticulaire	60-70	IIIA	Blondeau V. W2 (1).	7
	gris foncé pulviniforme	90-120	IA	Bataille printemps.	4
	gris foncé pulviniforme	80-95	IIIA	Blondeau V. W1 (1).	6

(1) Certaines provenances, marquées (1) ont une fructification très faible dans le Midi de la France.

sols sont relativement peu humides ; et des rendements réguliers et élevés procurés soit en fourrage, soit en graines.

Etant donné l'importance culturale relative de cette espèce de Vesce ainsi que sa présence fréquente à l'état spontané dans certaines régions il nous a paru utile d'indiquer comment la différencier :

1° de la Vesce commune,

2° D'autres espèces botaniques voisines, susceptibles de constituer des impuretés dans les lots de semences ou les cultures.

I. — Caractères morphologiques et physiologiques permettant la différenciation entre *Vicia sativa* L et *Vicia varia* Host.

La différenciation entre ces deux espèces botaniques est extrêmement facile, même pour un observateur peu averti. Les différences portent essentiellement sur les caractères suivants, résumés ci-dessous sous forme de tableau comparatif (Tableau III).

TABLEAU III

Principaux caractères distinctifs entre V. *sativa* L *et* V. *varia* Host

		Vesce commune : *V. Sativa* L.	Vesce de Cerdagne : *V. Varia* Host.
Graine	*Coloration.*	Grise, brune, verte, ou blanche.	Noire, gris très foncé, vert noirâtre ou brun rouge suivant maturité.
	Ornementations.	Très fréquentes, grises brunes, sépia plus ou moins étendues.	Nulles, présence parfois d'un revêtement pruineux.
	Forme.	Subsphérique à pulviniforme.	Sphérique.
	Hile.	Brun, bien visible.	Noir, peu visible.
	Poids ae 1.000 graines.	De 45 à 120 g.	Inférieur à 35 g.
	Proportion de graines dures.	0 %.	0 à 5 %.
Plantules	*Folioles primaires.*	1 paire par feuille (1).	2 paires par feuille (2).
	Type principal.	Variable : long à court large à étroit.	Longueur courte. Largeur étroite.
	Pigmentation.	En général faible.	Fréquente, souvent forte.
Fleurs	*Nombre.*	Par 1, 2 ou 3.	Par grappes de plus de 20.
	Longueur du pédoncule.	Nulle, ou très courte.	Égale ou inférieure à celle de la feuille axillaire.
Feuilles	*Forme.*	Généralement obcordée ; plus ou moins échancrée.	Oblongue ou elliptique allongé, extrémité non échancrée.
Fruit	*Coloration.*	Isabelle clair ou chamois.	Chamois.
	Forme.	Linéaire, allongée (3).	Rhomboïdale, courte (3).
	Nombre de graines.	6 à 10.	2 à 5.
Végétation	*Houteur.*	Inférieure à 110 cm.	Supérieure à 110 cm.
Précocité.....	*Floraison.*	Variable de très précoce à tardive.	Tardive, du groupe IIIA.
Type.....		Variable : Types hivernaux et printaniers.	Type hivernal, à semer tôt à l'automne.

(1) Cf. fig. 21. — (2) Cf. fig. 22. — (3) Cf. fig. 25.

(1) Certaines provenances, marquées (1) ont une fructification très faible dans le Midi de la France.

II. — Différenciation entre *V. varia* Host. et d'autres espèces botaniques voisines

D'autres espèces botaniques de vesces sont susceptibles de constituer des impuretés dans les lots de semences et les cultures, ce sont principalement les espèces *V. villosa* Roth et *V. dasycarpa* Ten.

Ces espèces sont très voisines de *V. varia* Host., à un tel point que certains botanistes nomment *V. varia* Host : *V. villosa glabrescens* Koch., et que d'autres l'appellent *V. dasycarpa* Ten. Le nom de *V. varia* indique que cette espèce présente des formes diverses ; celui de *V. villosa glabrescens* rappelle la parenté avec *V. villosa*.

La différenciation entre ces trois espèces botaniques est relativement difficile. Les différences portent sur les caractères suivants, résumés ci-dessous sous forme de tableau comparatif (Tableau IV).

Tableau IV

Principaux caractères distinctifs entre les espèces
Vicia varia Host, *Vicia villosa* Roth, *Vicia dasycarpa Ten*

		V. varia Host.	*V. villosa* Roth.	*V. dasycarpa* Ten.
Graine	*Coloration*	Gris foncé, vert noirâtre ou brun rouge, suivant état maturité	Gris foncé, vert noirâtre ou brun rouge, suivant état maturité	Moins foncé que V. varia et V. villosa
	Ornementations	Nulles, revêtement pruineux	Nulles, revêtement pruineux	Tachetures fréquentes
	Forme	Sphérique	Sphérique	Subsphérique, tendance à ovalisation
	Hile	Noir, peu visible	Noir, visible, ligne médiane blanche	Noir visible, souvent crête médiane
	Poids de 1 000 graines	Inférieur à 35 g	30 à 45 g	35-55 g
	Proportion graines dures	0 à 5 %	10 à 20 %	Jusqu'à 50 %
Plantules	*Folioles primaires*	Courtes, étroites à moyennes	Longueur moyenne, étroites	Courtes, filiformes (1)
	Pubescence	Faible pubescence	Forte pubescence	Faible pubescence
	Pigmentation	Fréquemment forte	Généralement faible	Forte
Fleurs	*Coloration*	Violet bleuté	Violet assez pâle	Violet pourpre
	Longueur pédoncule	Egale ou inférieure à feuille axillaire	Egale ou supérieure à feuille axillaire	Egale ou inférieure à feuille axillaire
Feuilles	*Nombre paires folioles*	7-10	7-12	6-10
	Pubescence	Faible	Forte sur les deux faces du limbe	Faible
	Pigmentation	Nulle	Nulle	Fréquente
Fruit	*Pubescence*	Glabre ou pubescence légère	Glabre	Pubescence légère
Végétation	*Hauteur*	Grande	Grande à très grande	Moyenne à grande
Précocité		Tardive groupe III A	Tardive groupe III A	Demi-tardive à tardive II B à III A
Type		Hivernal	Hivernal	Hivernal

(1) cf, fig. 24

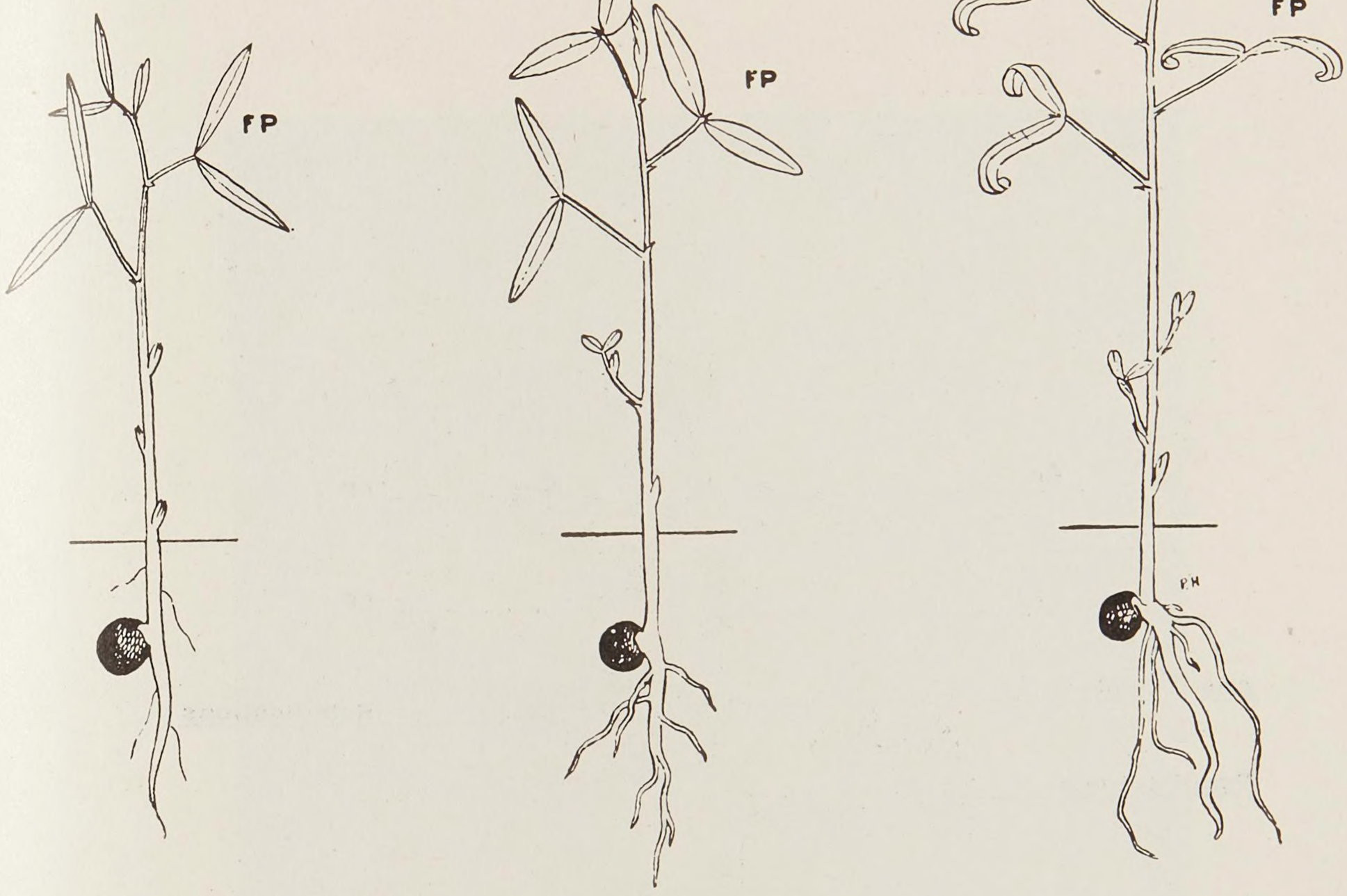


FIG. 21. — Les feuilles primaires FP ont une seule paire de folioles.
Plantules de vesce commune : *Vicia sativa L.*

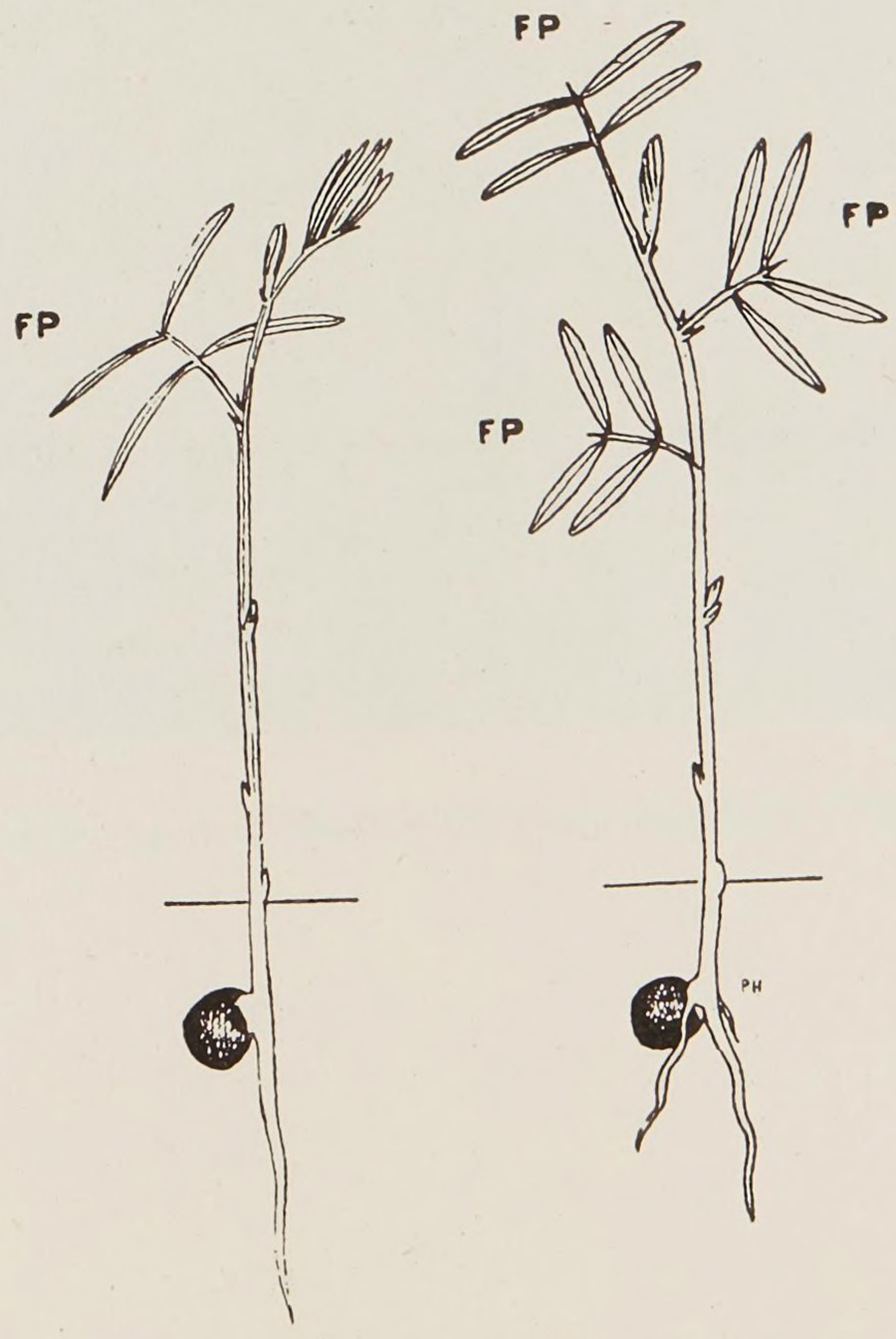


FIG. 22. — Les feuilles primaires FP ont 2 paires de folioles.
Plantules de *Vicia Varia* HOST. Vesce de Cerdagne.

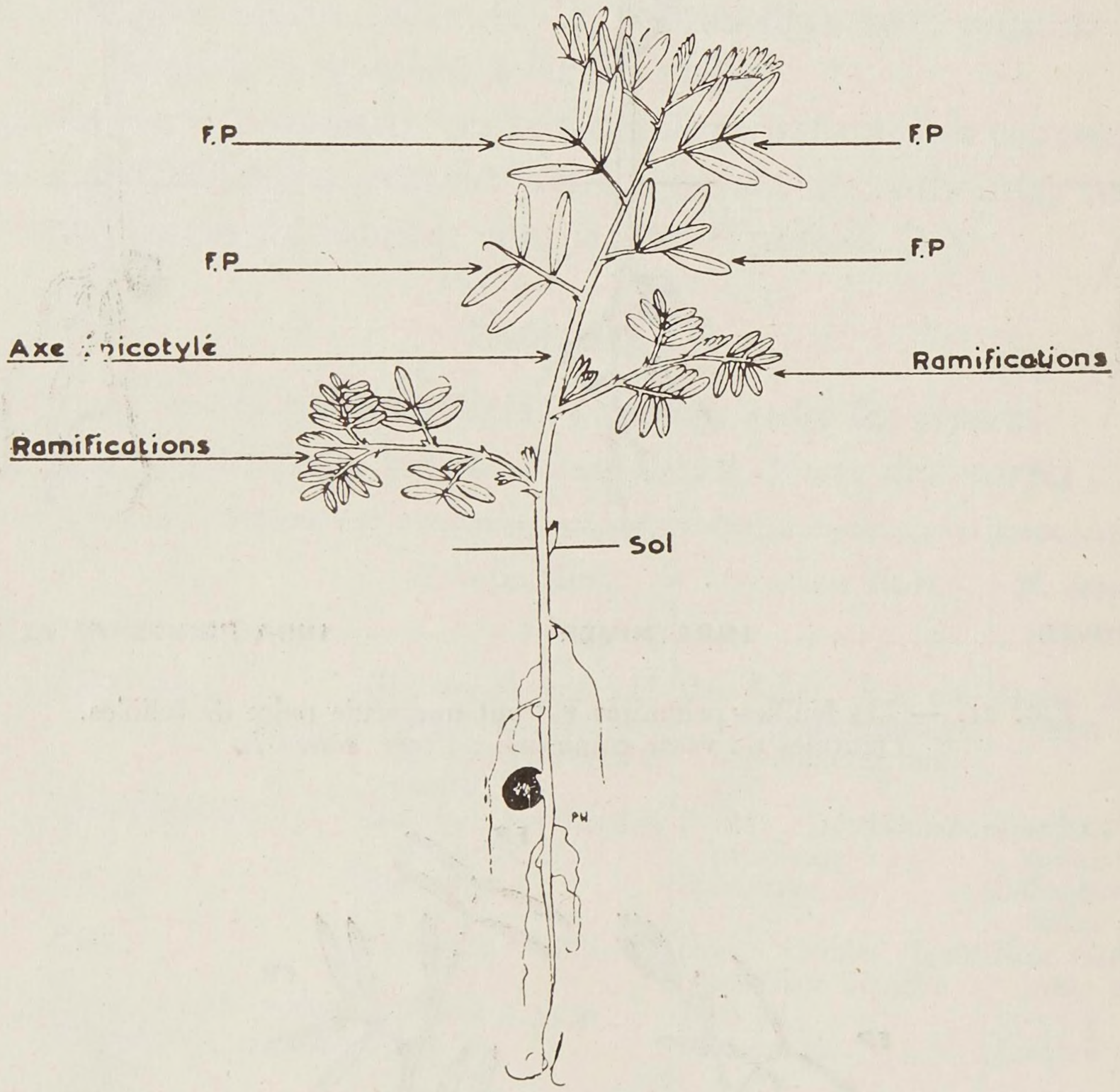


FIG. 23. — Développement d'une plantule de vesce de *Vicia varia* HOST — Vesce de Cerdagne.
L. IV-I-3

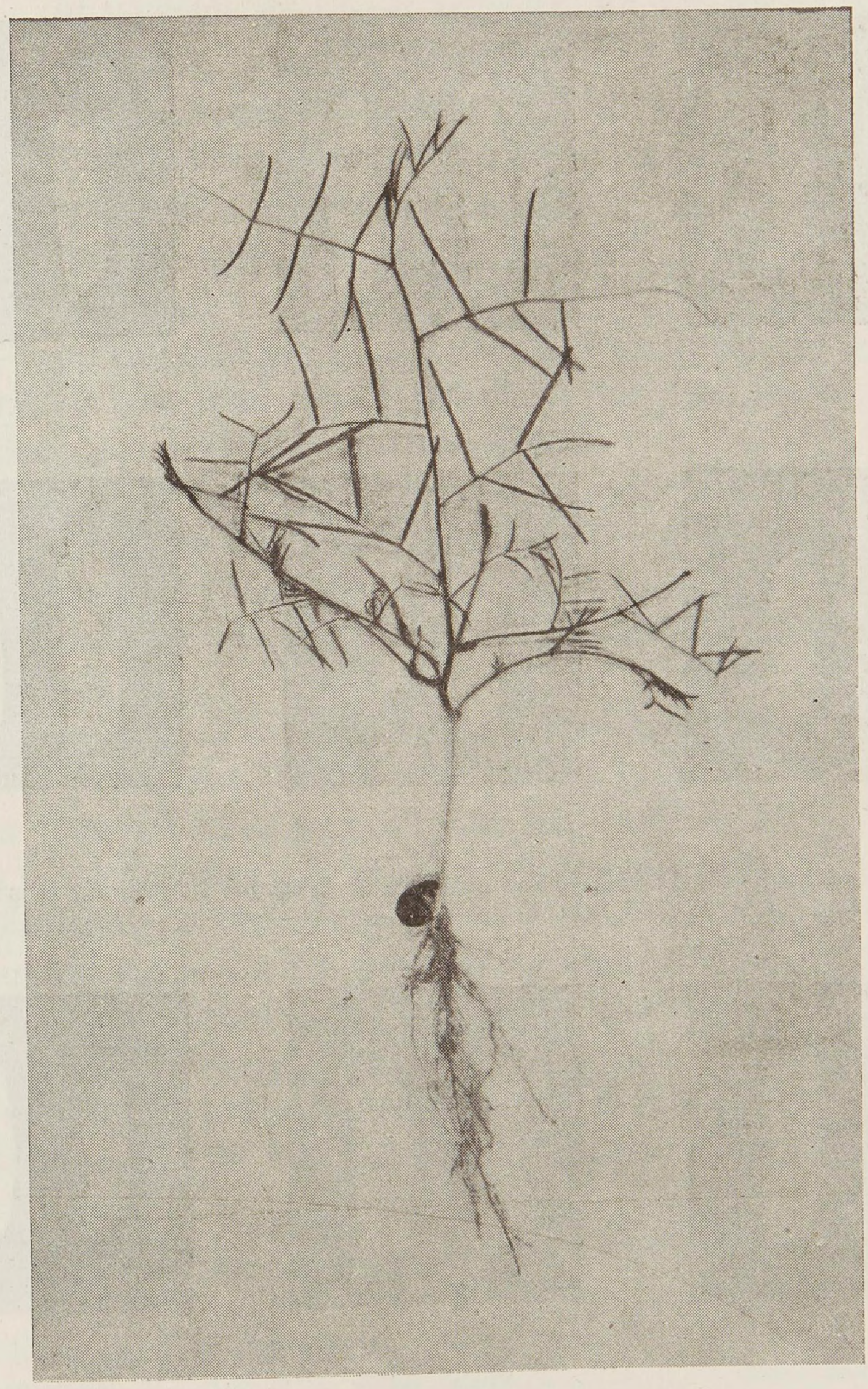
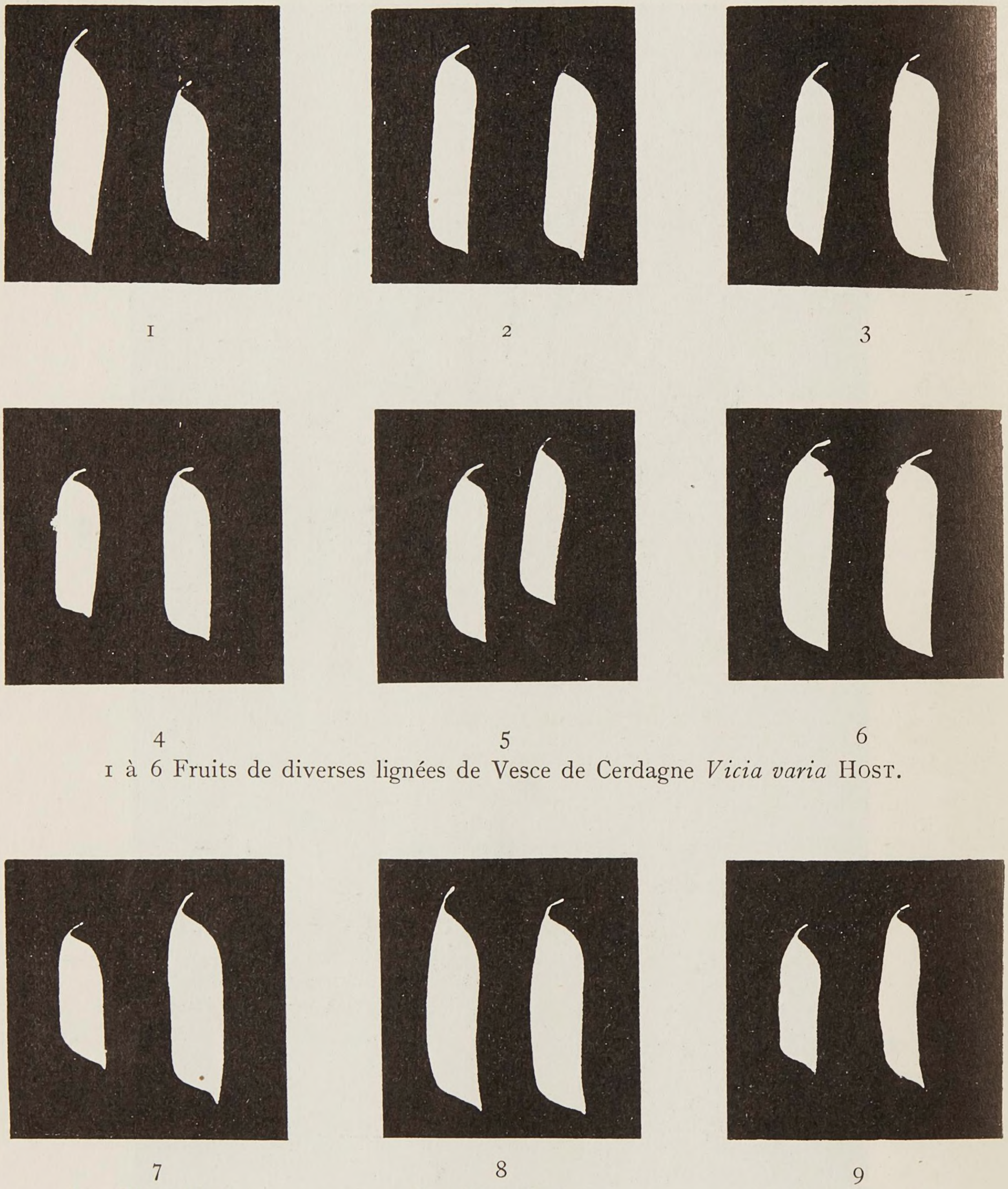


FIG. 24. — Plantule de *Vicia dasycarpa* TEN.



1 2 3

4 5 6

1 à 6 Fruits de diverses lignées de Vesce de Cerdagne *Vicia varia* HOST.

7 8 9

7 V. villosa ROTH

8 V. villosa ROTH

9 V. dasycarpa TEN

FIG. 25.

V. — CONCLUSION

Projet d'ouverture d'un catalogue des espèces et variétés de vesces cultivées en France

L'étude faisant l'objet du présent exposé, fournit les indications nécessaires pour déterminer, pour un lot de vesce commune donné :

1° Son homogénéité ou son hétérogénéité, c'est-à-dire s'il s'agit d'un mélange, d'une population, ou d'une variété : par l'examen des semences et des plantules.

2° Son type physiologique ou cultural, c'est-à-dire s'il s'agit d'un type hivernal ou bien d'un type printanier : par l'observation du développement des plantules et des plantes adultes.

En outre, une classification basée sur les caractères morphologiques et physiologiques a été donnée. Elle a pour but de situer les unes par rapport aux autres les principales provenances de vesces étudiées, et de constituer un cadre auquel d'autres provenances pourront venir ultérieurement s'intégrer.

Comme conclusion à cette étude, il est proposé de créer un Catalogue des Espèces et Variétés de Vesces cultivées en France. Momentanément ce Catalogue pourrait ne comprendre que des variétés de la *Vesce commune Vicia sativa* L., ainsi que l'Espèce *Vicia varia* HOST.

Les admissions à l'inscription seront subordonnées aux résultats d'un examen qui portera d'une part sur les semences présentées, d'autre part sur les plantes issues de ces semences. Cette deuxième partie de l'examen devra être réalisée en deux localités différant par les conditions de milieu : sol, climat, latitude. Par exemple : la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles, et la Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier.

Pour être inscrits au Catalogue des lots devront avoir présenté, à l'examen :

a) une homogénéité suffisante,

b) une valeur d'utilisation culturale déterminée,

c) des caractères morphologiques et physiologiques permettant une différenciation suffisamment aisée, des autres lots de Vesces déjà inscrits,

d) ultérieurement à la première liste d'inscriptions, les nouvelles admissions ne seront faites que sur preuves d'une supériorité culturale sur les provenances déjà inscrites.

BIBLIOGRAPHIE

1925. McKee et Schoth (H. A.). — Common Vetch and its varieties (*U.S. Dept of Agricult. Farmer's Bull.*, nº 1289).
1926. Tupikova (A.). — Botanico Agronomical investigations of Annual Vetches (*Bull. Appl. Bot. and Plant Breed. Leningrad...* En russe).
1952. Hugues (P.) et Ferret (M.). — Comportement et rendement de diverses Espèces et Variétés de Vesces (*Bull. Techn. Inform. Minist. Agricult.*, 70).

Le Directeur-Gérant : B. Laclavière.

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 25-1-1955.
Dépôt légal: 1er trimestre 1955 *Nº d'impression:* 461

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA TUBÉRISATION CHEZ LA POMME DE TERRE

PAR

P. MADEC et P. PERENNEC

Laboratoire de Recherches
sur la Pomme de terre, Landerneau

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Introduction.**

II. — **Méthodes et Matériel.**

III. — **Résultats :**

A. *La différenciation des tubercules.*
B. *Le grossissement des tubercules.*
1° Construction d'une courbe de tubérisation.
2° Etude de quelques courbes de tubérisation :
a) influence des conditions climatiques annuelles,
b) influence de la variété sur la forme de la courbe.
C. *Importance pratique de ces notions.*

IV. — **Conclusions.**

V. — **Résumé.**

I. — INTRODUCTION

La production française de pommes de terre de primeurs se heurte dans son approvisionnement en plants à deux difficultés : le petit nombre de variétés convenant à ce genre d'exploitation et la quantité insuffisante de plants de bonne qualité de ces variétés mise à sa disposition. Pour pallier à ces carences, la création de nouvelles variétés de primeurs s'impose. Comme ces variétés sont destinées à être arrachées avant leur maturité, il est nécessaire de connaître les caractères de la tubérisation, tant pour le choix des géniteurs possibles que pour l'orientation de

la sélection. C'est dans ce but que nous avons entrepris la présente étude car on trouve très peu de données bibliographiques sur cette question.

II. — MÉTHODES ET MATÉRIEL

Les études ont été réalisées de 1948 à 1953. On a suivi l'évolution des tubercules par des arrachages échelonnés, en utilisant la méthode des blocs, à 4 répétitions, chaque parcelle comprenant 125 plantes. L'écartement était de 60 cm × 35 cm, la grosseur des plants aussi uniforme que possible (en général calibre commercial 40-80 g.), et le stade de germination sensiblement équivalent pour toutes les variétés au moment de la plantation. Celle-ci a eu lieu en général le 1er avril, cette date pouvant varier de ± 5 jours suivant les années. On a procédé chaque année à 5 arrachages échelonnés portant chacun sur 25 plantes par parcelle, soit 100 plantes par variété pour les 4 répétitions. L'essai préliminaire de 1948, pour lequel le premier arrachage eut lieu 30 jours après la levée, nous a montré qu'il était nécessaire, pour avoir des pesées valables, de porter ce délai à 50 jours. A partir de 1949, le premier arrachage est donc intervenu 50 jours après la levée, les suivants se succédant à intervalles réguliers de 15 jours, sauf le cinquième réalisé à la maturité complète de toutes les variétés en essai.

Ces arrachages n'ont porté que sur des plantes normales, les plantes atteintes de maladies à virus, de rhizoctone où les pieds anormalement chétifs étant éliminés.

A chaque arrachage les tubercules ont été calibrés suivant les normes du commerce des plants, comptés et pesés. Les résultats de 1949, entièrement faussés par une sécheresse exceptionnelle, n'ont pas été retenus, de même que ceux du 4e et 5e arrachages de 1952, où les essais ont été fortement attaqués par le mildiou en juillet.

En 1953 on a procédé, outre les 5 arrachages normaux, à des prélèvements plus précoces pour mieux étudier le début de la tubérisation (respectivement 3, 4 et 6 semaines après la levée).

Des variétés de précocité différente ont été étudiées par cette méthode :

— Précoces : *Sirtema, Viola, Eerstelingen, Saskia.*
— Demi-précoces : *Bintje, Etoile du Léon, International Prime.*
— Demi-tardives : *Arran Banner, Institut de Beauvais.*
— Tardives : *Ackersegen* (1948 seulement).

On doit noter que le clone d'*International Prime* étudié s'est avéré être un clone semi-tardif de cette variété dont la forme normale, plus précoce, n'existe pratiquement pas en bon état sanitaire.

III. — RÉSULTATS

A. LA DIFFÉRENCIATION DES TUBERCULES

Le *tableau I* donne le nombre de tubercules par pied à chaque arrachage (moyenne calculée sur 3 années successives 1951, 1952, 1953). Dans ces comptages on n'a considéré que les tubercules bien différenciés ; les ébauches, simples renflements du bourgeon terminal du stolon, ont été négligées.

TABLEAU I

Nombre moyen de tubercules par pied aux différents arrachages.
(Moyennes calculées sur 3 années successives 1951-1952-1953).

	1er arrachage	2eme arrachage	3eme arrachage	4eme arrachage	5eme arrachage	Écart significatif P = 0,05
Bintje	11,4	11,5	12,1	11,3	11,4	0,5
Arran Banner	10,3	10,3	10,6	10,1	9,7	0,5
Sirtema	10,5	10,2	10,4	10,2	10,1	1
Eerstelingen	11,6	11,5	12,2	11,8	11,6	1
Saskia	10,1	10,2	10,1	10,1	9,6	1
Étoile du Léon	12,1	13,3	14,4	13,5	13,5	1,2
Viola	10,9	12,5	13,4	12,4	11,9	0,9
Inter Prime	8,5	10,2	12,4	12,4	12,2	1,5

Les moyennes ont été calculées sur :
40 échantillonnages pour *Bintje* et *Arran Banner*,
12 échantillonnages pour les autres variétés.

CLARK (1921) a montré que les tubercules de la variété *Rural New-Yorker* sont tous formés pendant un temps très court au début de la végétation, soit approximativement à la fin de la différenciation des boutons floraux. DONCASTER et GRÉGORY (1948) ont confirmé ces conclusions sur la variété *Majestic*.

Les résultats du *tableau I* corroborent ces travaux : les variétés *Bintje, Arran Banner, Eerstelingen, Sirtema* et *Saskia* ont formé la totalité de leurs tubercules dès le premier arrachage. Au dernier arrachage le nombre de tubercules paraît parfois légèrement inférieur (cas d'*Arran Banner*). Ceci pourrait s'expliquer par le fait qu'à la date où s'effectue cet arrachage les fanes sont complètement mortes et qu'il est très difficile de retrouver tous les petits tubercules. CLARK, puis DONCASTER et GRÉGORY, ont fait la même constatation, mais l'expliquent par la résorption des plus petits tubercules dont ils ont pu, dans certains cas, retrouver les peaux vides dans le sol. L'importance du phénomène est d'ailleurs négligeable, les différences étant à peine significatives dans nos essais.

Nous pouvons donc affirmer que les tubercules ne se forment pas

continuellement au cours de la végétation. Ils s'ébauchent à un stade précoce de la vie de la plante, moins de 50 jours après la levée pour les 5 variétés citées ci-dessus. A la récolte à maturité, tous les tubercules ont donc pratiquement le même âge, quelle que soit leur grosseur. Les gros tubercules se sont différenciés sensiblement en même temps que les petits. Les différences de grosseur proviennent donc d'un rythme différent de grossissement et non d'une différence dans l'âge des tubercules. Il est d'ailleurs à noter que les petits tubercules ont un aspect aussi âgé que les gros (formations liégeuses du périderme, notamment). Lorsque des tubercules plus jeunes, dus au phénomène de la « repousse », sont formés, ils se distinguent aisément par leur peau peu subérisée, lisse, claire et fine ; ils atteignent d'ailleurs très fréquemment une taille assez élevée, mais peuvent toujours être distingués au premier coup d'œil des tubercules initiaux, de quelque taille que soient ces derniers.

On connaît très mal la raison du grossissement différentiel des tubercules. Selon CLARK (1921) la position du stolon sur la tige pourrait jouer un certain rôle mais les conclusions de ses travaux ne sont pas suffisamment probantes. Nos études ne permettent pas d'apporter d'autre précision sur ce point, mais il est probable que la concurrence entre les différentes tiges d'une même plante a également une action sur la grosseur des tubercules auxquels elles donnent respectivement naissance.

A quel moment les ébauches de tubercules se différencient-elles ? Il est difficile de le préciser car :

1° dans le rythme de végétation de la pomme de terre il est malaisé de déterminer avec exactitude les différents stades,

2° nous avons étudié des plantes provenant de tubercules entiers, donc comportant plusieurs tiges issues de germes différents et qui ne se trouvent pas toutes exactement au même moment au même stade végétatif.

CLARK indique d'ailleurs que si chez *Rural New Yorker* la différenciation des tubercules coïncide avec celle des boutons floraux il n'en est pas de même pour toutes les variétés : chez *Green Mountain*, notamment, la tubérisation ne commencerait que quand la floraison est déjà avancée. De plus, dans nos essais, nous avons surtout examiné des variétés peu florifères, dont certaines même ne forment que peu ou pas de boutons. Nous pouvons cependant dire que chez *Arran Banner* il semble exister une assez bonne coïncidence entre la formation des tubercules et celle des boutons.

Les données du *tableau I* nous montrent cependant que si la différenciation du nombre total de tubercules était accomplie dès le premier arrachage pour *Bintje, Arran Banner, Eerstelingen, Sirtema* et *Saskia*, il n'en était pas de même pour *Etoile du Léon, Viola* et *International Prime*.

Etoile du Léon et *Viola* ne possèdent leur nombre total de tubercules qu'au second arrachage, et *International Prime* [1] seulement au

[1] Nous rappelons qu'il s'agit d'un clone tardif de cette variété.

troisième, sur une moyenne de 3 années. Les résultats de l'année 1951, dont le printemps relativement froid retarda la végétation, ont mis ces faits en évidence, comme le montre le *tableau II*. On y note en outre un nombre plus faible de tubercules au 1er arrachage — quoique non significativement inférieur — chez *Bintje* et *Arran Banner*, ce qui semble indiquer que ces variétés n'avaient pas encore totalement différencié leurs tubercules au moment où cet arrachage est intervenu.

TABLEAU II

Nombre moyen de tubercules par pied aux différents arrachages en 1951.

	1er arrachage	2eme arrachage	3eme arrachage	4eme arrachage	5eme arrachage	Écart significatif P = 0,05
Sirtema	9,9	9,3	9,8	10,9	10,2	1,4
Viola	7,1	10	11,6	11,2	10,4	1,6
Étoile du Léon	8,5	13	13,1	13	12,9	1,5
Inter Prime	4	8,2	11,1	12	11,7	1,9
Arran Banner	8,4	9,1	9,5	9,5	9,1	0,9
Bintje	9,6	10,7	10,8	10,8	11,1	1,1

Ceci fait ressortir que la différenciation totale des tubercules est plus ou moins précoce suivant les variétés. Elle peut donc être considérée comme une caractéristique variétale. Nous définirons la « *précocité de différenciation* » *d'une variété* comme étant *le temps s'écoulant entre la levée et la différenciation de tous les tubercules*, c'est-à-dire l'époque où toutes les ébauches destinées à évoluer sont devenues des tubercules caractérisés.

Les données des *tableaux I* et *II* ne permettant pas de connaître la précocité de différenciation de certaines variétés, dont tous les tubercules se sont différenciés pendant les 50 premiers jours après la levée, nous avons procédé en 1953 à des examens plus précoces dont les résultats sont donnés dans le *tableau III*.

TABLEAU III

Evolution du nombre de tubercules de la levée au 2e arrachage en 1953.

Date de plantation : 28 mars

Date de levée : 22 avril

Date des arrachages	11–5	19–5	2–6	10–6	24–6
Bintje	5,4	10,6	11,6	10,6	10,8
Arran Banner	2	7,3	11,3	12,5	12,4
Sirtema	10	9,7	10,2	10,5	10,6
Inter Prime	2,8	3,6	7,5	10,1	10,4

D'après cet ensemble de données on voit que la « précocité de différenciation » n'est pas toujours liée à la précocité au sens où on l'entend habituellement de précocité de maturation des fanes : par exemple *Viola*, variété précoce, a une différenciation plus tardive que celle de *Bintje* et même que celle de la variété demi-tardive *Arran Banner*. Parallèlement, on trouve dans un même groupe de précocité des variétés dont la « précocité de différenciation » est très différente. Dans le groupe des précoces, *Sirtema*, *Saskia* et *Eerstelingen* ont une différenciation nettement plus précoce que celle de *Viola*. Des différences analogues se retrouvent dans le groupe demi-précoce entre *Bintje* d'une part, *International Prime* et, à un moindre degré, *Etoile du Léon*, d'autre part, ainsi que, dans le groupe des demi-tardives, entre *Arran Banner* et *Institut de Beauvais* (*tableau IV*).

Tableau IV

Nombre moyen de tubercules par pied aux différents arrachages.

(Moyennes calculées sur deux années 1948-1952
pour les variétés *Arran Banner* et *Institut de Beauvais*).

	1er arrachage	2e arrachage	3e arrachage	Écart significatif P = 0,05
Arran Banner	11,6	12	11,6	0,6
Institut de Beauvais	5,2	8,8	11,3	0,9

Il est certain que l'initiation du premier tubercule doit marquer un stade dans la vie de la plante. Ce stade est plus ou moins précoce suivant les variétés. *Le temps s'écoulant entre la levée et la formation de la première ébauche peut être appelé « précocité de tubérisation »*. La comparaison *Arran Banner — International Prime* (tableau III) montre que la période de différenciation des tubercules, c'est-à-dire le temps mis par la plante pour passer de la première ébauche à la formation de son dernier tubercule définitif est également un facteur variétal. C'est la somme de ces deux périodes : levée-initiation (ou précocité de tubérisation) et initiation-différenciation totale que nous avons appelée la *précocité de différenciation*.

En employant cette terminologie, nous dirons (*tableau III*) que *Sirtema* a la tubérisation et la différenciation les plus précoces, qu'*Arran Banner* et *International Prime* semblent avoir la même « précocité de tubérisation » (nombres sensiblement égaux de tubercules le 11/5), mais que la « précocité de différenciation » d'*Arran Banner* est beaucoup plus grande que celle d'*International Prime*.

B. — LE GROSSISSEMENT DES TUBERCULES

1° Construction d'une courbe de tubérisation

En portant en abscisses le temps et en ordonnées le rendement moyen (poids des tubercules) d'un pied à chaque arrachage on construit *la courbe de tubérisation* qui représente le grossissement des tubercules en fonction du temps.

En portant en ordonnées le poids total de tubercules nous aurons la courbe réelle de tubérisation. En ne considérant que le poids des tubercules de plus de 25 grammes nous obtenons la courbe de tubérisation pratique qui ne représente que l'évolution du rendement commercialisable.

TABLEAU V

Rendement total et rendement commercialisable exprimés en grammes par pied aux arrachages successifs de 1953, pour les variétés Bintje *et* Arran Banner.

Date des arrachages	11-5	19-5	2-6	10-6	24-6	8-7	23-7	11-8
Arran Banner :								
Rendement total.....	1	11,5	133	383	661	979	1116	1205
Rendement commercialisable.	—	—	57	317	622	926	1081	1155
Nombre de tubercules	2	7,3	11,3	12,5	12,4	13	12,4	11,9
Bintje :								
Rendement total.....	2,3	15	97	219	454	717	759	759
Rendement commercialisable.	—	—	38	150	397	676	728	728
Nombre de tubercules.....	5,4	10,6	11,6	10,6	10.8	12,1	10,8	11,4

Les courbes totales et les courbes « commercialisables » des variétés *Bintje* (figure 1) et *Arran Banner* (figure 2) pour l'année 1953 ont été construites d'après les données du *tableau V*. Ces courbes ont la forme typique des courbes de croissance.

Il est à remarquer que pour chaque variété les deux courbes sont sensiblement parallèles, à partir du 10 juin. Le poids de grenaille (tubercules de moins de 25 g) demeure sensiblement constant en valeur absolue tout au long de la vie de la plante à partir du début de la période de grossissement. Ceci résulte du fait que les tubercules qui constituent cette grenaille ont une croissance très lente et n'évoluent pratiquement pas à partir de leur différenciation. Le même fait a été signalé par CLARK (1921).

La « vitesse de tubérisation » est la pente de la courbe à un instant donné $\left(v = \frac{dx}{dt}\right)$. Nos courbes étant construites par points nous ne pouvons considérer que la vitesse moyenne pendant l'intervalle de temps séparant deux arrachages. La « vitesse de tubérisation » est faible au début, pendant la formation des tubercules. Elle devient plus forte

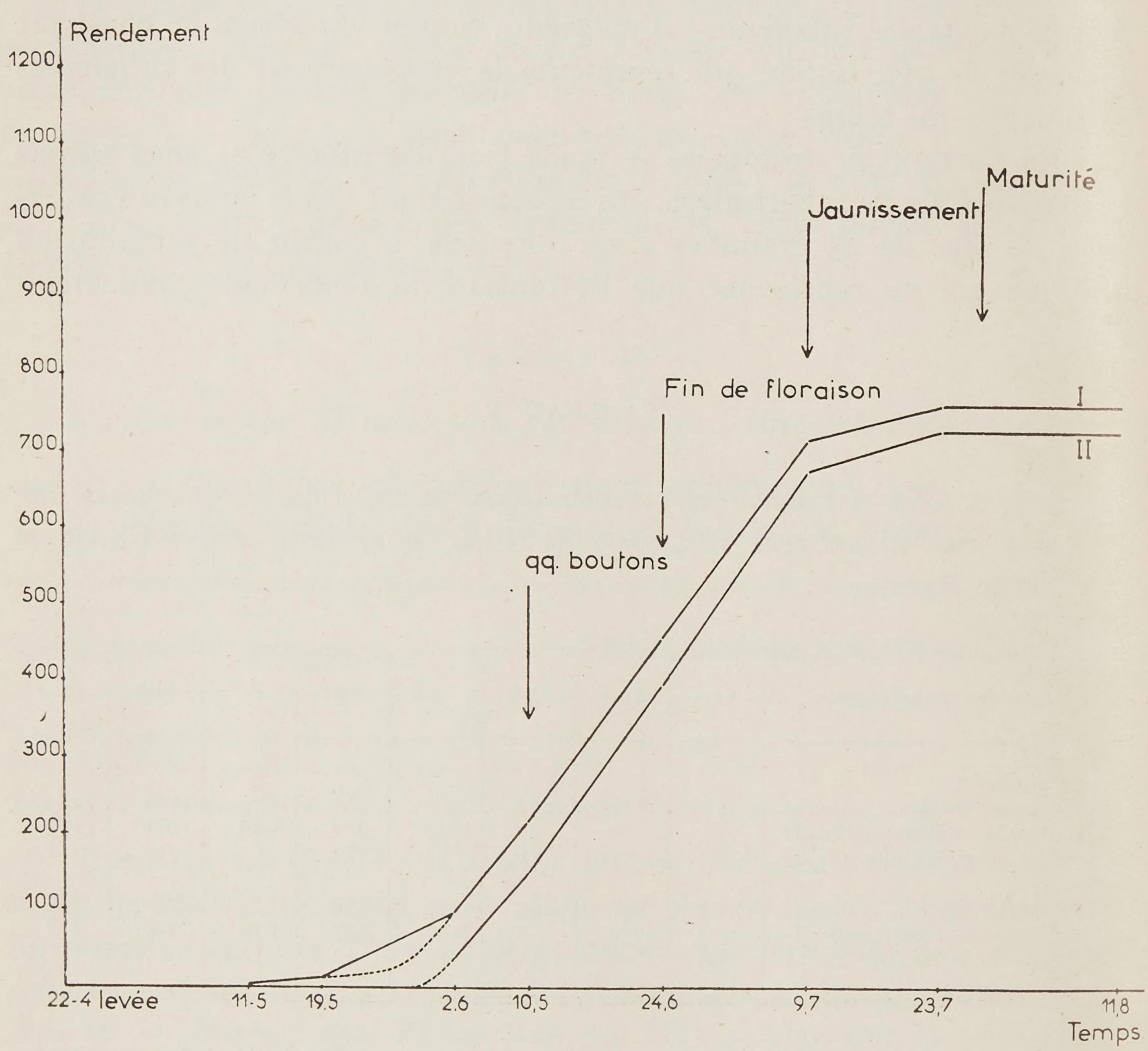


FIG. 1. — Courbes de tubérisation de la variété Bintje pour l'année 1953

I. — Courbe de tubérisation totale
II. — Courbe de tubérisation « commercialisable »

approximativement à partir du moment où se termine la différenciation totale des tubercules, qui nous a servi au chapitre précédent à définir la « précocité de différenciation ». Elle demeure élevée jusqu'au début de la maturation, marquée par un commencement de jaunissement du feuillage. Puis elle décroît rapidement pour s'annuler à la maturité complète. Comme DONCASTER et GREGORY (1948) l'ont souligné, ce dernier point infirme la croyance commune selon laquelle une grosse partie du rendement serait produite pendant la maturation.

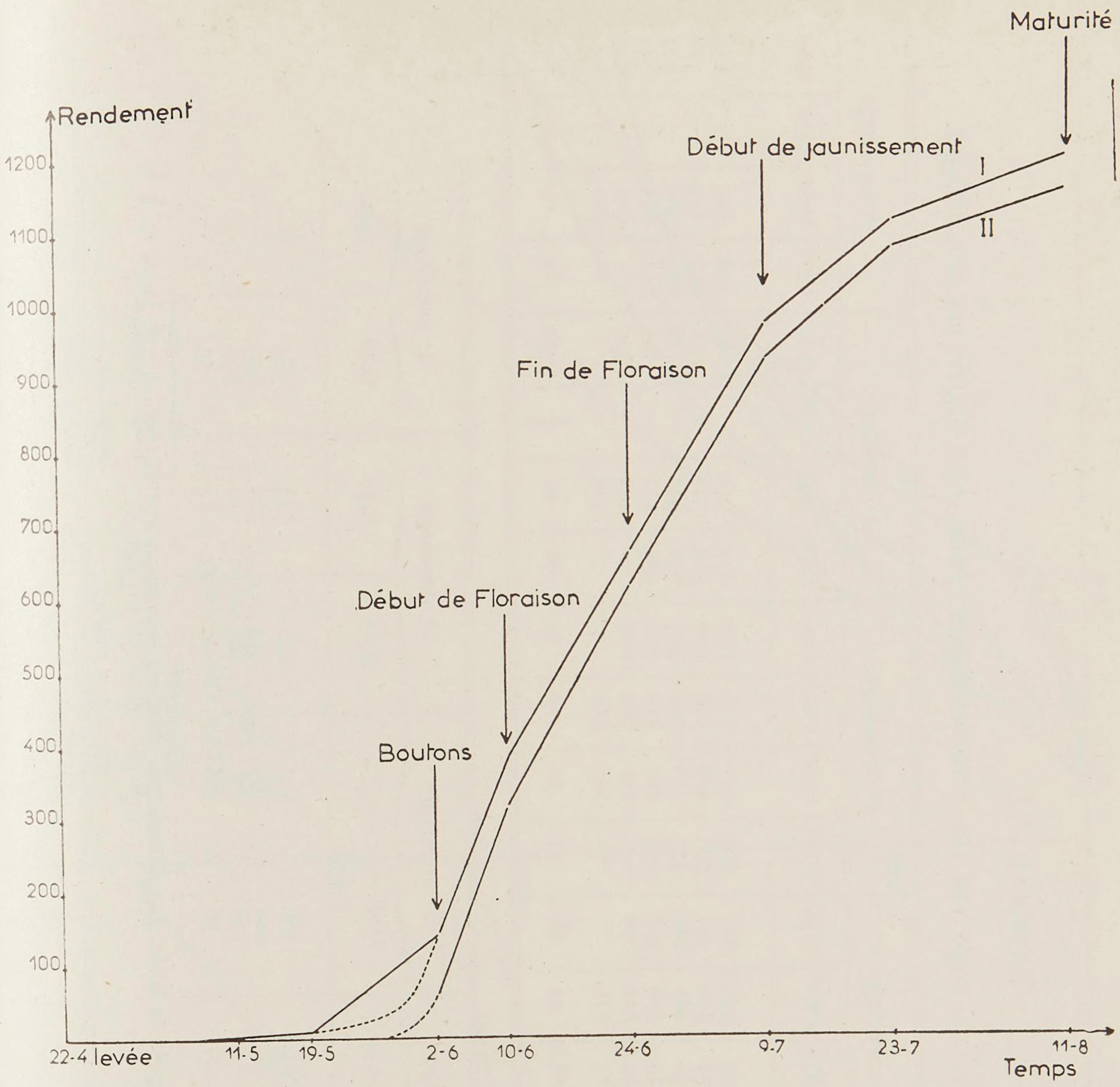


FIG. 2. — Courbes de tubérisation de la variété Arran Banner pour l'année 1953

I. — Courbe de tubérisation totale
II. — Courbe de tubérisation « commercialisable »

2° Étude de quelques courbes de tubérisation

Le poids de grenaille demeurant sensiblement constant au long de la végétation, nous le négligerons dans la suite de l'exposé pour ne considérer que le rendement en tubercules commercialisables, qui est le seul intéressant dans la pratique. Les figures 3, 4, 5 et 6 représentent donc les courbes de grossissement des tubercules de plus de 25 g de six variétés pour quatre années successives d'après les données du tableau VI.

a) Influence des conditions climatiques annuelles.

Le premier arrachage ne correspond pas, ainsi qu'on peut le constater d'après les chiffres du tableau VI, à un même stade de la tubérisation pour les différentes années.

Tableau VI

Rendement en tubercules de plus de 25 g. exprimé en grammes par pied aux différents arrachages.

Années	1er arrachage				2e arrachage				3e arrachage				4e arrachage				5e arrachage			
	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953
Arran Banner	74	8	277	317	317	244	523	622	609	491	736	926	815	740	—	1 081	998	884	—	1 155
Bintje	40	7	128	150	266	178	446	397	502	416	548	676	684	527	—	728	697	632	—	728
Viola	9	0	98	86	176	30	287	281	427	316	522	593	636	443	—	724	683	560	—	724
Étoile du Léon	8	0	102	95	154	129	399	377	459	407	535	661	595	531	—	747	641	611	—	747
Inter *Prime*	—	0	49	44	—	49	221	279	—	257	560	622	—	492	—	743	—	624	—	743
Sirtema	—	14	273	—	—	213	431	—	—	351	529	—	—	446	—	—	—	501	—	—
Écart significatif P = 0,05		—	24,9	23	33,3	28,6	59	68	57	50	72	59	62	61	—	53	64	62	—	53

Années	1er arrachage		2e arrachage		3e arrachage		4e arrachage	
	1948	1952	1948	1952	1948	1952	1948	1952
Arran Banner	182 (1)	300	366	522	492	743	580	—
Institut de Beauvais	36 (1)	80	210	265	443	512	600	—
Ackersegen	9 (1)	—	178	—	425	—	646	—
Ecart significatif P = 0,05	23	29	56	38	20	62	59	—

(1) Il s'agit du rendement obtenu 45 jours après la levée. Les arrachages suivants correspondent au 60e et 75e jours et à la maturité.

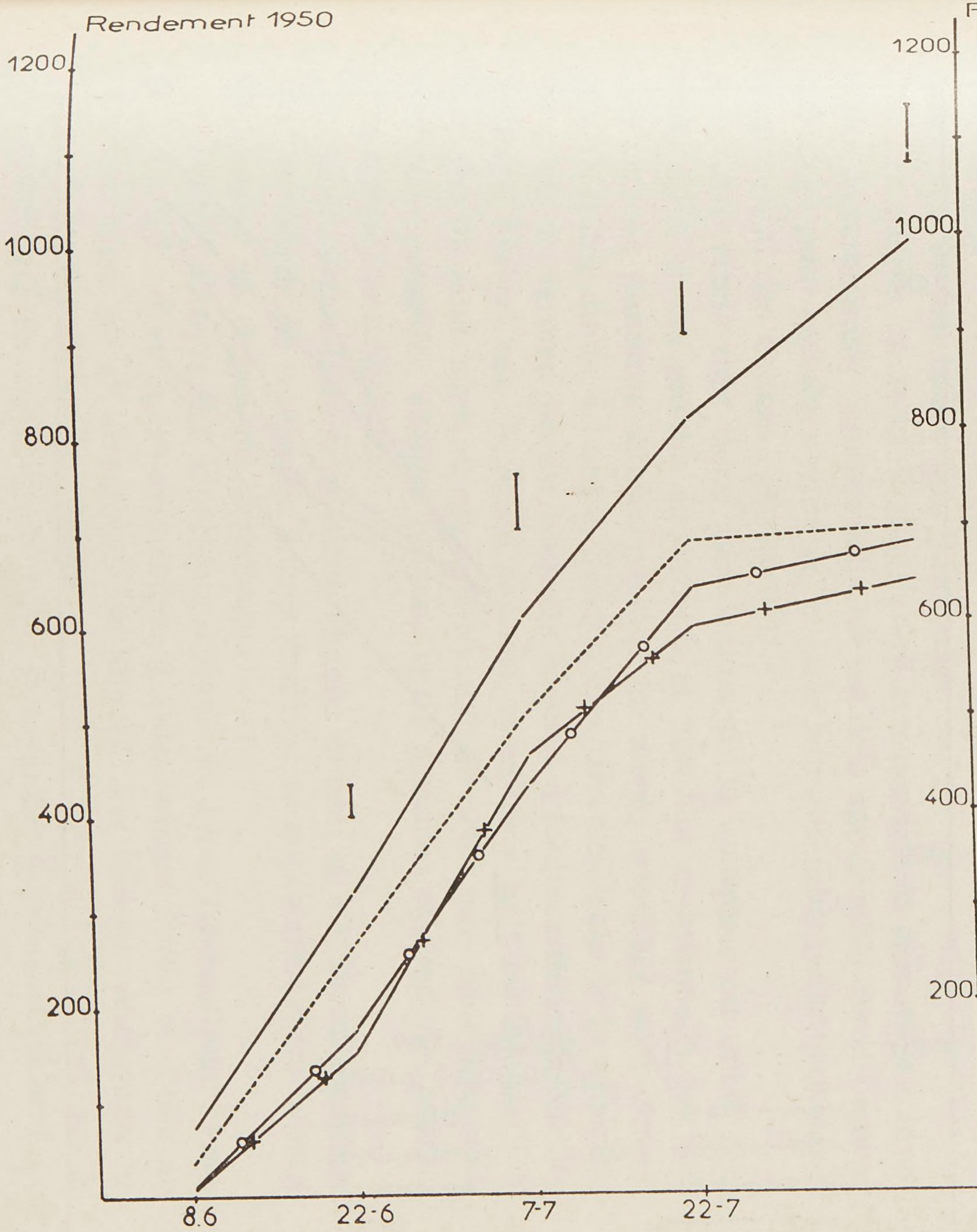


FIG. 3

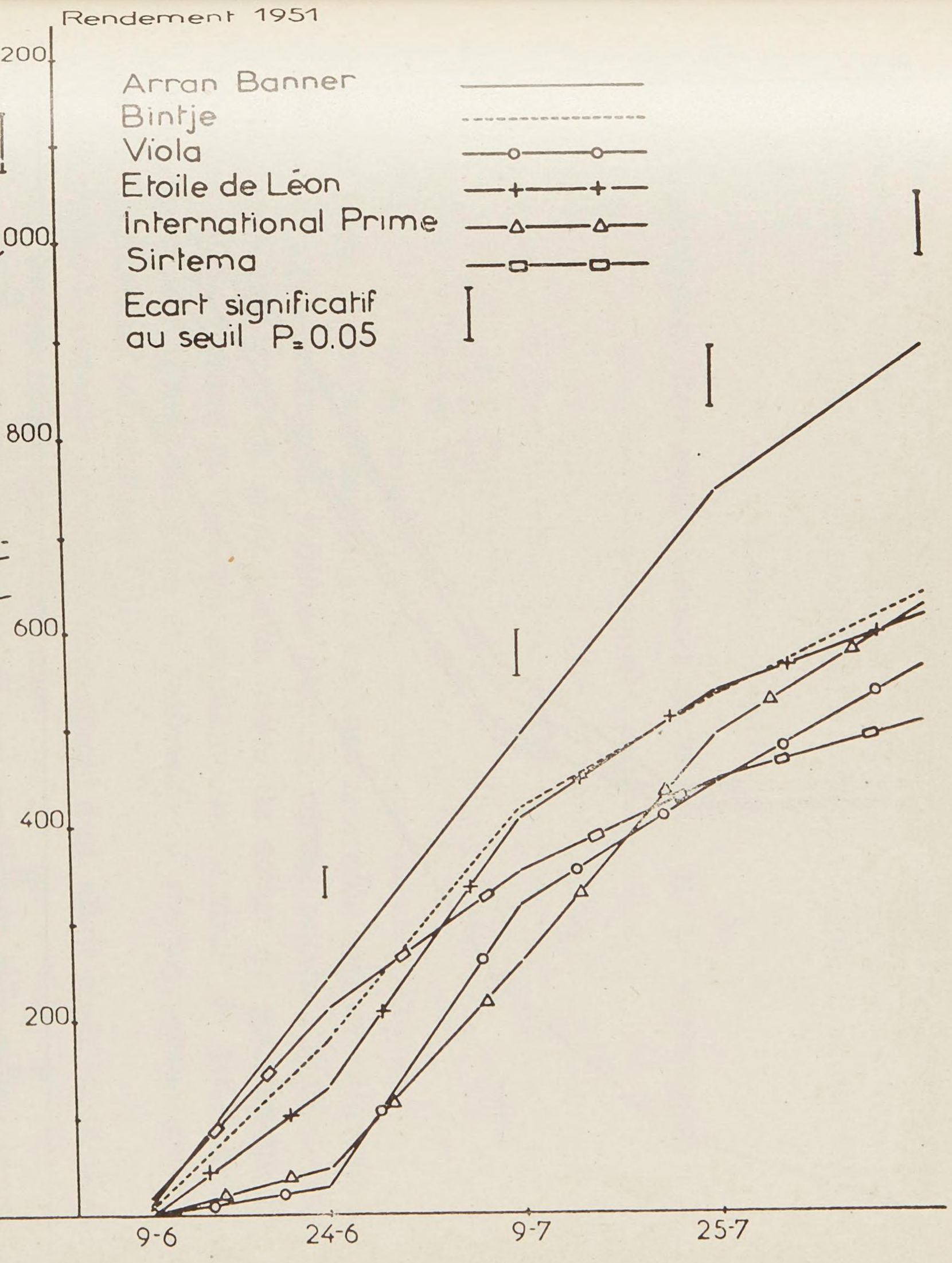


FIG. 4

Courbes de tubérisation de 6 variétés

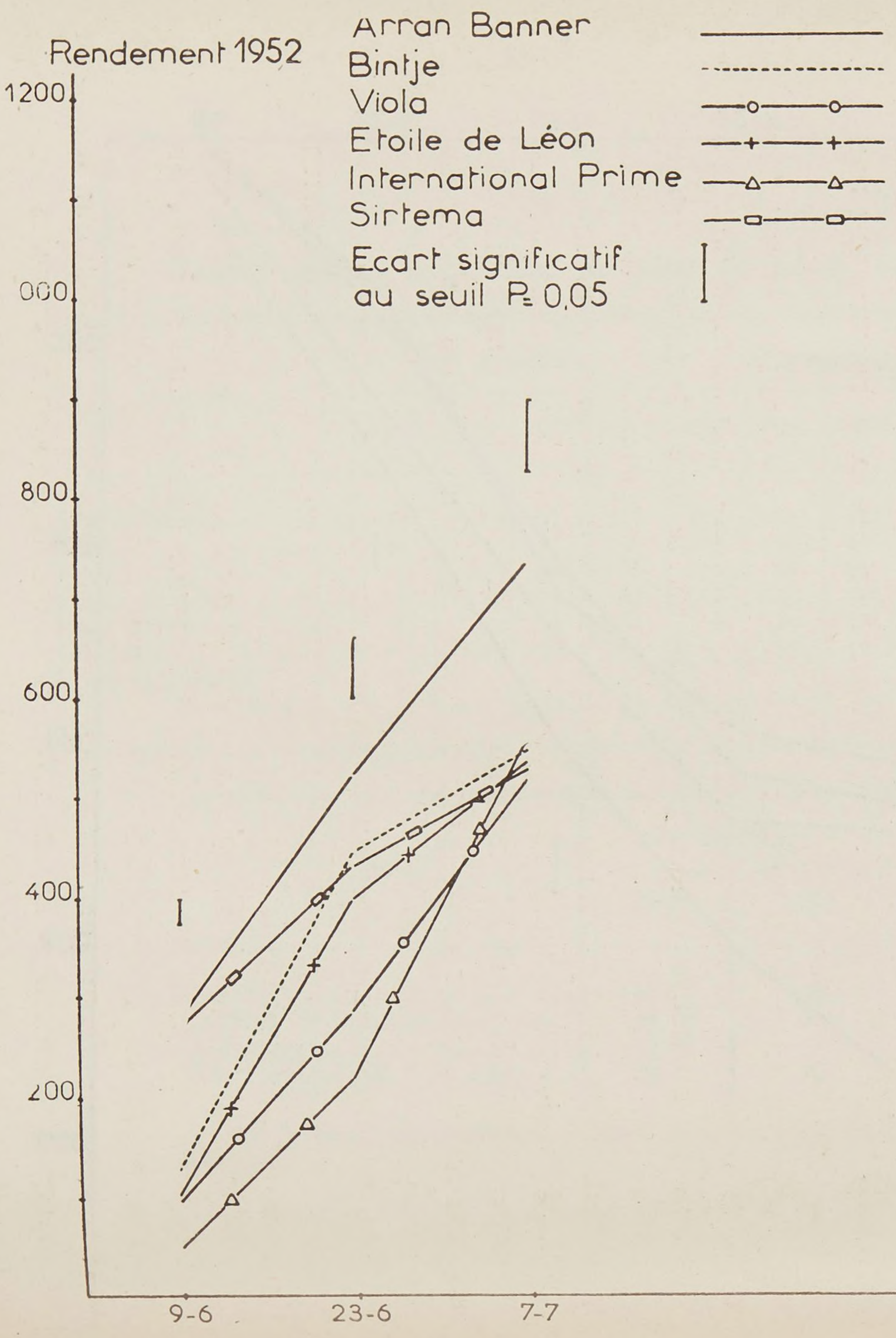


FIG. 5

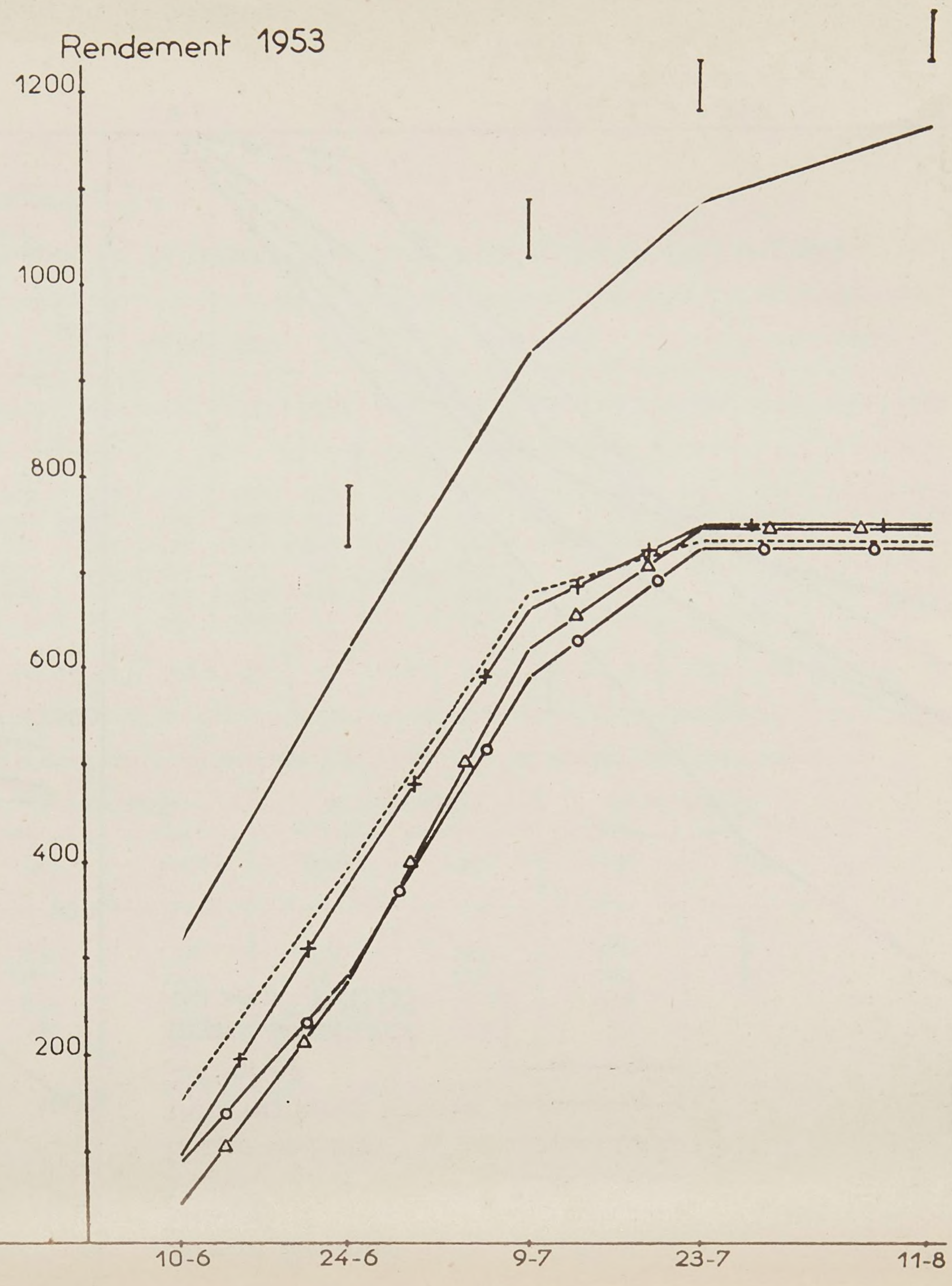


FIG. 6

Courbes de tubérisation de 6 variétés

Les années 1950 et 1951 se caractérisent par une croissance ralentie au début de la végétation, par rapport à 1952 et 1953 qui ont bénéficié en fin avril et en mai d'une température plus favorable (*tableau VII*).

TABLEAU VII

Températures moyennes observées de la levée au 1er *arrachage.*

	1951	1952	1953
1/4 au 20/4.....	7°9	9°1	8°5
20/4 au 19/5.....	8°9	12°1	11°6
20/5 au 9/6.....	12°9	12°7	12°9

50 jours après la levée on n'a en 1951 que très peu de tubercules atteignant 25 g, certaines variétés n'ayant même aucun tubercule de cette grosseur. On n'est donc qu'au stade de début du grossissement (*Bintje*, *Arran Banner* et *Sirtema*) et même qu'au stade de différenciation pour *Viola*, *Etoile du Léon* et *International Prime*, comme on l'a vu précédemment (cf. *tableau II*).

En 1950 le premier arrachage correspond à un stade légèrement plus avancé de la formation des tubercules.

Par contre, en 1952 et 1953, grâce aux conditions climatiques favorables, le rendement commercialisable est déjà appréciable dès le premier arrachage pour certaines variétés, et pour leur ensemble nettement supérieur à celui des années 1950 et 1951.

Notre étude doit donc faire intervenir la comparaison année par année d'un même groupe de variétés et non leur comparaison sur une moyenne de plusieurs années puisque un même arrachage peut correspondre, d'une année à l'autre, à des stades très différents de la tubérisation, sauf le dernier qui est toujours effectué à la maturité complète du feuillage. Malgré ces décalages annuels, et mises à part les fluctuations normales du rendement, il est remarquable de noter que, *pour l'ensemble des variétés étudiées, l'allure générale et les positions relatives des courbes se conservent sensiblement.*

Ainsi *Arran Banner* se situe chaque année, et de façon significative, au-dessus de toutes les autres variétés, sa supériorité s'accroissant du premier au cinquième arrachage.

Bintje, en 1951, est supérieure à *Etoile du Léon*, *International Prime* et *Viola* au 1er et au 2e arrachages, à *International Prime* et *Viola* au 3e, et à *Viola* au 4e arrachage. On aboutit aux mêmes conclusions en 1953, et sensiblement aux mêmes en 1950 et 1952 si l'on admet que le 1er arrachage, en 1952 et en 1953, correspond *approximativement* au 2e arrachage de 1950 et 1951, et que les arrachages suivants sont décalés

de la même façon. *La courbe de tubérisation* est donc une caractéristique de la variété, dont nous obtenons chaque année la représentation par 5 points différents.

b) **Influence de la variété sur la forme de la courbe.**

Les courbes de tubérisation sont essentiellement caractérisées par leur pente à un instant donné, c'est-à-dire la « vitesse de tubérisation », et par leur point de départ. Si l'on considère la courbe totale, le point de départ est l'initiation du premier tubercule ; si l'on considère la courbe « commercialisable », le point de départ est le moment où le premier tubercule atteint la limite de 25 g. Le premier correspond à la « précocité de tubérisation » ; le second correspond approximativement à la « précocité de différenciation ». Ces caractéristiques ont déjà été examinées précédemment.

Il nous reste donc à étudier *la vitesse de tubérisation* qui affecte seule la forme de la courbe. Les accroissements de poids entre deux arrachages sont proportionnels à la vitesse moyenne dans cet intervalle de temps. Leur comparaison (fig. 7 et 8) permet donc l'étude de l'évolution des vitesses moyennes au cours de la végétation pour chaque variété, entre le 1er arrachage (50 jours après la levée) et le 4e (95 jours après la levée). Les accroissements extérieurs à cet intervalle, c'est-à-dire le rendement au 1er arrachage et l'accroissement entre le 4e et le 5e, qui ne portent pas sur des durées définies de tubérisation, sont également représentés.

On remarquera qu'en 1952 et 1953 le début du grossissement nous a échappé, à l'opposé de ce qui s'est passé en 1950 et 1951, comme on l'a déjà signalé. Ces deux dernières années permettent donc une étude plus complète des différentes variétés, d'ailleurs confirmée par la représentation des résultats de 1952 et 1953.

Arran Banner est une variété qui, très peu de temps après la différenciation des tubercules, atteint une très grande vitesse de tubérisation, qui demeure élevée pendant un temps relativement long (environ un mois et demi dans nos essais), c'est-à-dire jusqu'au début de la maturation.

Il en est de même pour *Sirtema*, mais avec un maximum de plus courte durée.

Viola, au contraire, a une vitesse faible au début, qui n'augmente que progressivement pour atteindre relativement tard un maximum de très courte durée, juste avant le début de la maturation.

International Prime et *Institut de Beauvais* ou *Ackersegen* (fig. 8) sont du même type que *Viola* et également *Etoile du Léon*, avec une tendance pour cette dernière à atteindre sa vitesse maximum légèrement plus tôt que *Viola*.

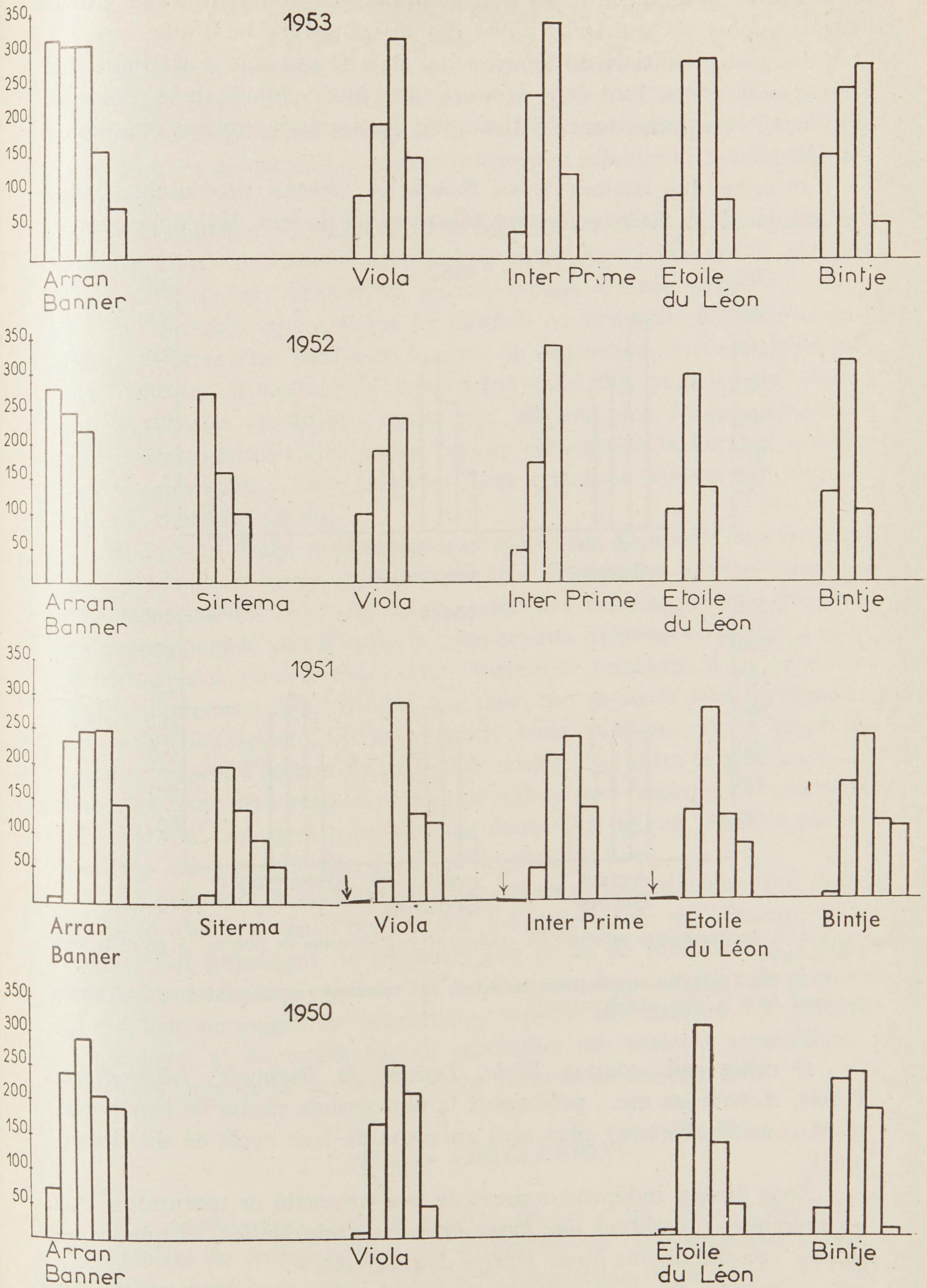


FIG. 7. — Accroissements successifs du rendement en tubercules de plus de 25 gr. de la lévée à la maturité.

Bintje présente un type intermédiaire : elle atteint une très grande vitesse moins tôt qu'*Arran Banner*, mais plus tôt que *Viola*.

La vitesse initiale de tubérisation et le temps mis a atteindre une très grande vitesse sont donc des caractères indépendants de la précocité. Ces caractères permettent de distinguer deux grands groupes opposés de variétés :

1° celles qui, comme *Arran Banner* et *Sirtema*, produisent la plus grande partie de leur rendement tôt au cours de leur développement.

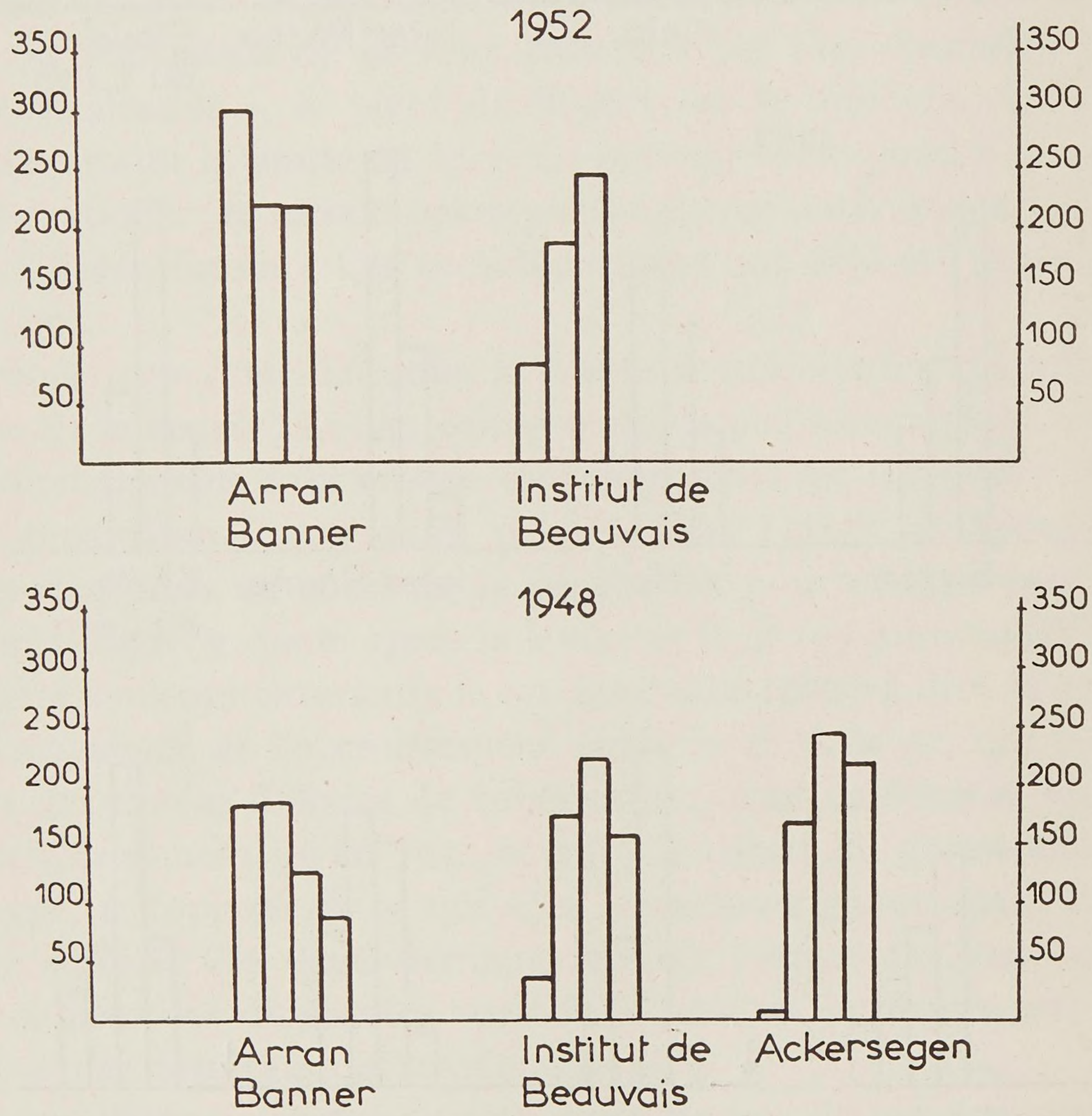


FIG. 8. Accroissements successifs du rendement en tubercules de plus de 25 gr. de la levée à la maturité.

N. B. Pour 1948, les accroissements successifs correspondent respectivement aux 45e, 60e et 75e jours après la levée, et à la maturité.

2° celles qui, comme *Viola, Institut de Beauvais, International Prime, Ackersegen* etc... produisent la plus grande partie de leur rendement considérablement plus tard au cours de leur cycle de développement.

Nous dirons, indépendamment de leur précocité de maturation que les premières présentent *une forme précoce de tubérisation*, et que les secondes présentent *une forme tardive de tubérisation*.

L'exemple de *Bintje* démontre qu'il existe des types intermédiaires.

C. — IMPORTANCE PRATIQUE DE CES NOTIONS

Ces notions peuvent aider à mieux comprendre le comportement des variétés à l'égard de certains facteurs du milieu. Il est évident que la réponse des deux types extrêmes de variétés aux conditions du milieu, favorables ou défavorables, seront différentes suivant l'incidence de ces dernières.

Des conditions climatiques défavorables au début de la végétation (1950 et 1951) réduisent l'écart initial entre *Arran Banner* et *Sirtema* d'une part, et les variétés du second groupe d'autre part.

Au contraire une attaque de mildiou ou une forte sécheresse, survenant relativement tard dans le cycle de végétation, doivent théoriquement affecter davantage le rendement final des variétés du second groupe. Toutes conditions égales par ailleurs, une forme précoce de tubérisation pourrait être, en ce cas, un caractère à rechercher pour les variétés destinées à être cultivées dans certaines régions subissant de fortes sécheresses en été.

Si l'on envisage maintenant la *culture des primeurs* on comprend qu'à *productivité finale égale* les variétés du premier groupe soient les plus intéressantes, tout au moins pour des arrachages très précoces, comme on peut le voir d'après la comparaison *Sirtema-Viola* (fig. 4 et 5). Si nous avions, pour le choix d'une variété de primeurs, à ne considérer que le rendement, nous dirions que dans nos essais la plus intéressante est incontestablement *Arran Banner*. Mais sa forme et sa mauvaise qualité doivent l'écarter de cette destination. En outre la résistance aux chocs au cours du transport et la présentation sont également importantes (RABINIAUX, 1949) et peuvent sans doute être mieux résolues par des variétés précoces que par des variétés plus tardives.

La précocité de maturation n'est pas un critère suffisant pour définir le degré d'adaptation d'une variété à l'exploitation en primeurs. Il est avant tout important de connaître son mode de tubérisation. Dans le cadre d'une sélection créatrice de variétés pour la production de primeurs il est donc nécessaire de connaître le type de tubérisation des géniteurs à employer et de rechercher en particulier des variétés productives, à maturité précoce et surtout à forme précoce de tubérisation.

IV. — CONCLUSIONS

La tubérisation chez la pomme de terre est caractérisée par la « précocité de tubérisation », la « précocité de différenciation totale, » la vitesse initiale de tubérisation et la répartition de la vitesse au cours du développement. D'après les exemples étudiés nous avons vu que ces

facteurs ne sont pas nécessairement liés à la précocité au sens courant ou précocité de maturation des fanes.

Dans les conditions de nos expériences, c'est-à-dire celles des climats tempérés humides (jours longs, humidité toujours suffisante et températures modérées) nous avons pu distinguer, à l'intérieur de chaque groupe de précocité (de maturation) deux types nettement opposés :

1° type *Arran Banner*, à différenciation rapide et relativement précoce, à vitesse de tubérisation atteignant très tôt une valeur maximum ;

2° type *Viola* ou *Institut de Beauvais*, à différenciation des tubercules portant sur une période plus longue, à vitesse initiale faible, s'accroissant lentement pour atteindre tard une valeur maximum.

Il existe des types intermédiaires, comme *Bintje*.

BALD (1946) a établi un plan de croissance de la pomme de terre. Il distingue trois stades principaux :

1° croissance des tiges principales jusqu'à la formation de l'inflorescence terminale ;

2° croissance des pousses axillaires, soit aériennes, soit souterraines (stolons, puis tubercules) ;

3° stade de sénescence, allant du moment où les fanes ont atteint leur taille maximum jusqu'à la dessiccation complète du feuillage.

Ces trois stades sont indépendants entre eux et de longueur différente suivant les variétés. Leur somme indique la précocité au sens courant.

C'est au cours du second stade que se différencient les tubercules. Si la proportion de métabolites allant aux parties souterraines est élevée, les initiales de tubercules se forment tôt et grossissent rapidement. Au contraire, si cette proportion initiale est faible, c'est le feuillage qui se développe fortement, les stolons poussent lentement, les ébauches de tubercules se forment considérablement plus tard, ne grossissent que lentement et l'initiation de nouveaux tubercules peut s'étendre sur une période considérable.

Nous n'avons pas cherché à vérifier l'exactitude des théories de BALD concernant la concurrence pour les métabolites entre les axillaires aériennes et les axillaires souterraines au cours du 2e stade, ce qui aurait nécessité un travail considérable de mesures de surface foliaire. Ce travail aurait d'ailleurs été difficilement réalisable sur des plantes issues de tubercules entiers. Celles-ci sont en effet constituées de plusieurs tiges principales pouvant ne pas se trouver toutes exactement en même temps au même stade, en raison de la concurrence existant entre elles.

Nos conclusions cadrent cependant bien avec celles de BALD pour la formation et le grossissement des tubercules. Nous avons trouvé, dans chaque groupe de précocité, des variétés à différenciation précoce et à grossissement rapide, et des variétés à différenciation lente et tar-

dive et dont le grossissement ne devient rapide que considérablement plus tard. En admettant sa théorie et en adoptant sa terminologie, *Arran Banner* et *Sirtema* seraient des variétés à haut coefficient initial de répartition des métabolites en faveur des tubercules ; *Viola*, *Institut de Beauvais* etc... auraient au contraire un coefficient initial faible en faveur des tubercules.

Ce que nous avons appelé la « précocité de tubérisation » dépend, suivant le schéma de BALD, de la longueur du premier stade et, pour la partie du second stade précédant la formation des ébauches de tubercules, du coefficient initial de répartition des métabolites entre les axillaires souterraines et les axillaires aériennes. Ce coefficient de répartition commande également la rapidité de différenciation et la vitesse de tubérisation initiale.

V. — RÉSUMÉ

La présente étude sur la tubérisation de quelques variétés de pommes de terre a permis d'établir que :

1° l'initiation de tous les tubercules se fait tôt, au début de la vie de la plante ;

2° la « précocité de tubérisation », la « précocité de différenciation », la vitesse initiale de tubérisation et la répartition de la vitesse au cours du développement ne sont pas toujours liées à la précocité de maturation.

On a montré que dans chaque groupe de précocité, il est possible de trouver des variétés à tubérisation précoce et des variétés à tubérisation tardive.

Quelques conséquences pratiques de ces constatations ont été signalées.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BALD (J. G.). 1946. — A plan of growth, maturity and yield of the potato plant. *Emp. Journ. of Exp. Agro.*, XIV, 53, p. 43-48.

BALD (J. G.) et HUTTON (G. M.). 1950. — Some effects of leaf-roll virus on the development and growth of the potato plant. *Austr. Jour. of Agr. Res.*, 1, p. 3-17.

CLARK (C. F.). 1921. — Development of tubers in the potato. *U. S. Depart. of Agr.*, Bull. n° 958.

DONCASTER (J. P.) et GREGORY (P. H.). — The spread of virus diseases in the potato crop. *Agr. Res. Coun.*, London, 1948.

MADEC (P.), PERENNEC (P.) et TITARD (A.). — Expérimentation de variétés de pommes de terre dans la moitié Nord de la France. *Bull. Tech. Inf.*, 51, Juillet-août 1950, p. 475-485.

RABINIAUX (M.). — La précocité chez les variétés de pommes de terre maraichères. *Bull. Tech. Inf.*, 38, mars 1949, p. 147-149.

TAYLOR (C. E.). — The vegetative development of the potato plant. *Ann. of Appl. Biol.*, 40, n° 4, 1953, p. 778-788.

RECHERCHES SUR LA CARACTÉRISATION CHIMIQUE D'ESPÈCES ET DE VARIÉTÉS DE PLANTES FOURRAGÈRES ET PRAIRIALES

(2e MÉMOIRE)

PAR

L. HEDIN, J. M. LEFEBVRE et M. KERGUELEN

Laboratoire des Plantes Fourragères, Rouen

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Introduction.**

Résumé des recherches antérieures.

1° Choix de la feuille de référence ;
2° Date de prélèvement ;
3° Éléments dosés et rapports caractéristiques.

Objet du présent mémoire.

II. — **L'évolution de la composition chimique.**

1° Les Blés ;
2° Les Maïs ;
3° Les écotypes prairiaux : les Dactyles, le Fromental de Gap, *Alta Fescue*.

III. — **Étude statistique de la caractérisation chimique.**

Introduction.
Méthodes utilisées.
Étude des blés.
Étude des maïs.
Étude des graminées prairiales : dactyles et fléoles.
Conclusions.

IV. — **Conclusions générales.**

Techniques analytiques.

Résumé.

Bibliographie.

I. — INTRODUCTION

RÉSUMÉ DES RECHERCHES ANTÉRIEURES

Au début d'un premier mémoire (1), nous avons indiqué le point de départ des présentes recherches. A la suite de nombreux travaux préliminaires où l'on retrouve, parmi d'autres, les noms de H. LAGATU, H. LUNDEGARDH, W. THOMAS, une technique s'est dégagée, celle du diagnostic foliaire, qui se propose, en analysant certaines feuilles d'un végétal, placées sur la tige à un niveau bien déterminé, d'en apprécier l'alimentation minérale. Du mode de nutrition, dans des conditions de sol données, on cherche ensuite à déduire les apports d'engrais qui sont nécessaires pour obtenir l'alimentation susceptible d'assurer les meilleurs rendements possibles.

Cette technique suppose que les feuilles comparées entre elles ont le même mode d'alimentation et que les différences testées dépendent du niveau de fertilité du sol.

Inversement, on est en droit de penser que des variétés différentes d'une même espèce, cultivées côte à côte dans des conditions de sol identiques, auront un mode d'alimentation particulier qui se traduira par des différences dans la composition minérale d'une feuille de référence.

Déjà, en 1933, D. R. HOAGLAND et J. C. MARTIN (1) avaient montré que la teneur des plantes en K_2O dont on connaît la solubilité et la mobilité et qui reflète dans une large mesure la teneur en K_2O du sol, ne dépendait pas seulement de cette dernière.

Elle résulte également de l'aptitude d'absorption des racines et de leur développement. Les auteurs insistaient sur l'importance de ce point de vue, car il tient compte des différences qui existent entre les diverses variétés d'une même espèce. Certains Maïs manifestent une plus grande sensibilité au manque de potasse que les autres. De même on note chez certaines variétés de Maïs une accumulation des composés du fer plus rapide que pour d'autres variétés placées côte à côte.

Utilisant un certain nombre d'éléments N, P_2O_5, SiO_2, CaO, K_2O, dans un premier mémoire, nous avons mis en évidence un certain nombre de faits que nous rappellerons succinctement.

1° Choix de la feuille de référence

A un instant donné, la composition minérale de feuilles prises à différents étages d'une tige de Maïs n'est pas la même, ce qui conduit à

(1) Cf. Recherches sur la caractérisation chimique d'espèces ou de variétés de plantes fourragères et prairiales (1er mémoire). *Annales de l'Amélioration des plantes*, 1952, n° 1, p. 55 à 98.

penser que non seulement ces feuilles n'ont pas le même âge, mais qu'elles n'ont pas la même physiologie. Dans de telles conditions, si l'on veut comparer des variétés de Maïs, il importe de prendre sur chacune d'elles des feuilles homologues.

Puisque nous cherchons à distinguer des « variétés » par ce qu'il y a de particulier dans leur physiologie, il semblerait logique de choisir la même feuille de référence que celle que W. THOMAS a prise pour l'étude de la nutrition minérale du Mais, c'est-à-dire la quatrième à partir de la base.

En fait, nous appuyant sur les travaux de H. PRAT qui a étudié l'évolution épidermique des Graminées, nous avons préféré prendre la dernière feuille, celle qui précède l'épi mâle.

H. PRAT a montré que les feuilles voisines de l'inflorescence sont caractérisées par une évolution morphologique rapide ; elles échappent donc dans une certaine mesure à l'influence de facteurs climatiques qui interviennent pour modifier le mécanisme de l'absorption minérale et en accentuent parfois l'irrégularité.

Nous avons également pris la dernière feuille, la plus récemment apparue, pour les autres espèces végétales étudiées (Dactyle, Fétuque élevée, Fromental, Fléole des prés).

2° Date de prélèvement

Étudiant les feuilles de 3 variétés d'Avoine, *Mesdag*, *Seger* et *Dala*, H. LUNDEGARDH (1932) cité par R. L. MITCHELL (2), a montré qu'elles se distinguaient au stade de la maturité par leurs teneurs p. 100 matière sèche en K, Ca et Mg (exprimée en milliéquivalents).

En première approximation, c'est donc au stade de maturité qu'il paraissait convenable d'effectuer nos prélèvements.

Suivant la cinétique de la composition minérale (p. 100 matière sèche) de deux feuilles de Mais *Etoile de Normandie*, nous avons montré, dans notre premier mémoire, la marche de l'absorption minérale (SiO^2, P_2O_5, N, K_2O, CaO) au cours d'une dizaine de semaines. L'examen des chiffres obtenus nous a conduits à reconnaître une certaine régularité dans l'évolution du pourcentage (p. 100 de matière sèche) de SiO_2, de CaO qui augmentent avec l'âge de la feuille, de K_2O qui décroît nettement, de N qui diminue lentement, de P_2O_5 fort variable suivant les prélèvements, mais qui, comme N, tend à décroître.

Dans ces conditions, en admettant que d'autres Maïs avaient une évolution minérale analogue, nous avons pensé qu'on pouvait réaliser lesdits prélèvement à un moment où certains rapports $\frac{N}{CaO + K^2O}$ (en milliéquivalents).

$\frac{N + P^2O^2 + SiO^2 + CaO + K^2O}{\text{cendres oxydées}}$ (en milliéquivalents) étaient assez stables au cours du développement pour caractériser un type de Maïs.

Cette hypothèse ne s'est pas vérifiée.

L'évolution de la composition minérale en 1951 et 1952, pour les différents Maïs cultivés, mais aussi pour les Blés et les espèces prairiales étudiées, n'a pas présenté la même régularité que celle que nous avions observée pour le Maïs *Etoile de Normandie* en 1950.

En fait, cette composition minérale dépend, entre autres, de deux facteurs qui interfèrent : d'une part le niveau de fertilité du sol, de l'autre des phénomènes de croissance de la feuille et de l'importance de l'assimilation chlorophyllienne.

Au cours d'expériences poursuivies en 1937 par SANDE-BAKHUYZEN (cité par R. L. MITCHELL), la croissance de feuilles de Blé prenait fin au bout de 21 jours. La floraison avait lieu le 32e jour. Les feuilles sont encore à ce moment au milieu de leur période fonctionnelle qui se prolonge jusqu'au 53e jour. De ces faits on est autorisé à conclure que l'échantillonnage des feuilles qui est réalisé aux environs du temps de floraison permet de donner une image assez bonne de la physiologie foliaire. De même, SPANING (1941) a montré que l'assimilation atteint son maximum au commencement de la floraison et de la fructification, puis décroît ensuite. Ce sont de telles préoccupations qui nous ont conduits à comparer nos Dactyles et nos Fléoles très peu de temps après la floraison plutôt qu'au stade de maturité.

Rappelons que les auteurs précédents s'accordent généralement sur l'influence du potassium sur l'assimilation chlorophyllienne.

En ce qui concerne les Maïs, les mensurations que nous avons effectuées sur *W. 692* en 1952 montrent que les dimensions maxima sont obtenues pour la dernière feuille environ 8 jours après le début du dégagement de l'épi mâle, à la fin de l'anthèse (Tableau I).

TABLEAU I

Dimension de la 1re feuille sous épi mâle (Maïs W 692)

Dates	Longueur	Largeur au milieu		
		du 1er tiers	du 2e tiers	du 3e tiers
Au 19 Août 1952 dégagement épi mâle	170 mm	20 mm	31 mm	16 mm
Au 21 Août début anthèse.....	180 mm	20 mm	32 mm	19 mm
Au 25 Août pleine anthèse.....	182 mm	22 mm	34 mm	21 mm
Au 28 Août fin de l'anthèse.....	182 mm	22 mm	35 mm	22 mm

On note un arrêt de l'accroissement des dimensions de la feuille à partir de la fin de l'anthèse.

3° Eléments, doses et rapports caractéristiques

Au cours de nos premières recherches, nous avons cherché à caractériser Maïs, Dactyle et Fléole des prés au moyen de dosages portant sur SiO_2, CaO, K_2O, N et P_2O_5. Les analyses que nous présentons dans ce second mémoire, donnent en plus MgO, mais le dosage de P_2O_5 a été négligé.

Nous avons pensé utile de compléter par MgO la somme des deux principaux cations, CaO et K_2O que l'on trouve dans les végétaux. Quant à P_2O_5 sa teneur nous était apparue très variable d'un échantillon à l'autre par suite d'une évolution très irrégulière et nous n'avons pas cru qu'il était important de le doser.

Pour les prélèvements effectués en 1951 et 1952 nos dosages ont porté sur les éléments suivants : SiO_2, CaO, K_2O, MgO et N, et nous nous sommes bornés à comparer la marche de l'absorption de semaine en semaine de ces différents éléments ; nous avons également formé la somme (en milliéquivalents) CaO + K_2O + MgO qui représente en quel que sorte l'évolution des principales bases que renferment les feuilles.

H. Lundegardh (cité par R. L. Mitchell) insiste à de nombreuses reprises sur l'antagonisme K-Ca dans la physiologie du végétal et il semblait intéressant de préciser ce qui se passait à cet égard au cours du développement de la feuille. Nous verrons plus loin ce qu'il en est quand on se place à ce point de vue.

Le premier mémoire consacré à la caractérisation chimique d'espèces ou de variétés de plantes fourragères et prairiales nous avait conduits à des distinctions graphiques et numériques.

a) Pour différentes » variétés « de Maïs, des populations géographiques de Dactyles et de Fléoles des prés, une représentation graphique de la composition chimique de la dernière feuille prélevée à un moment voisin de la floraison a permis de mettre en évidence des différences dans cette composition.

b) Pour différents Maïs, en plus de cette représentation graphique, nous avons cherché à donner une caractérisation numérique en nous fondant sur la relative stabilité de certaines relations entre les divers éléments chimiques de la composition minérale.

Dans les deux cas, l'étendue de notre échantillonnage nous permettait sans doute de penser que la composition que nous donnions représentait bien une moyenne, mais nous ignorions de quelle variance devait être affectée cette moyenne.

OBJET DU PRÉSENT MÉMOIRE

Le rappel des résultats acquis exposés dans le mémoire précédent nous a permis d'en apprécier l'intérêt, mais aussi les limites.

Au cours des années 1951 et 1952 nous nous sommes appliqués à répondre aux principales critiques qui nous étaient faites concernant la méthode même que nous avions utilisée.

Sans doute n'était-il pas difficile d'observer des différences dans la composition chimique de prélèvements faits au même moment sur des « variétés » différentes cultivées côte à côte, mais il importait de savoir dans quelle mesure ces différences étaient significatives. Pour une connaissance plus précise de chacun des types comparés, nous avons pensé que nous ne pouvions nous borner à un seul prélèvement, mais qu'il était de grande importance de suivre l'évolution de la composition minérale de la feuille de référence au cours de la végétation.

Des Maïs, comme *Étoile de Normandie* peuvent constituer des populations assez hétérogènes.

Les hybrides américaines ont une variabilité moindre, mais nous avons jugé qu'il y avait intérêt à utiliser un matériel très homogène, comme celui que constituent des lignées pures de Blé comme *Vilmorin 27*, *Marival*, *Cappelle*, *Hybride 40*, etc.

L'ensemble des résultats analytiques obtenus nous permet de diviser le présent mémoire en deux parties que nous traiterons successivement.

Dans la première, nous examinerons l'évolution de la composition minérale des diverses espèces étudiées pour les éléments chimiques dosés.

Ces derniers ont une cinétique particulière à chacune d'elles, qu'il n'est pas inutile de connaître si l'on veut préciser d'éventuelles corrélations dans l'absorption de tel ou tel d'entre eux.

Dans la seconde partie de ce mémoire, l'un de nous utilisera l'ensemble des données analytiques rassemblées au cours des recherches précédentes et de celles que nous donnons présentement pour tenter de caractériser chimiquement les diverses plantes qui nous ont servi de références.

II. — L'ÉVOLUTION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE

1° Les blés

Les Blés cultivés côte à côte en 1952 dans le jardin de la Station Agronomique de Rouen dans un sol léger, riche en P_2O_5 étaient les suivants : *Vilmorin 27*, *Cappelle*, *Marival*, *Hybride 40*, *Yga*. Semis le 4 novembre 1951. Le premier prélèvement de la dernière feuille a été réalisé le 3 juin 1952 ; les autres échantillons ont été récoltés le 10 juin, le 17, le 24, le 1er juillet. Voici les teneurs p. 100 matière sèche des divers éléments dosés lors des 5 prélèvements dans la dernière feuille des différents Blés examinés (tableau n° II).

Tableau II

	SiO_2	CaO	MgO	K_2O	N
Vilmorin 27	8,08	2,05	0,038	1,74	3,13
	7,57	1,52	0,065	2,73	2,39
	8,77	2,21	0,12	2,92	3,03
	7,35	2,01	0,11	5,27	2,79
	11	2,84	0,037	1,81	1,87
Cappelle	8,04	2,02	0,092	2,35	3,13
	8,38	1,55	0,089	2,63	1,41
	9,30	2,03	0,11	1,84	1,80
	9,12	2,95	0,14	2,80	2,39
	13,1	2,54	0,088	2,68	2,86
Marival	8,50	1,70	0,065	2,37	3,46
	8,1	1,86	0,032	2,82	3,02
	7,4	1,51	0,15	2,17	2,92
	8,98	2,85	0,14	1,85	2,41
	15,5	2,70	0,11	0,99	2,08
Hybride 40	7,24	2,52	0,068	3,02	2,83
	8,09	2,75	0,092	2,55	1,32
	8,58	1,86	0,057	1,18	3,01
	8,92	2,52	0,16	1,92	2,38
	11,8	2,46	0,038	1,50	1,32
Yga	7,71	1,54	0,059	2,65	3,02
	8,12	2,05	0,090	2,09	2,29
	9,83	2,75	0,12	1,98	2,82
	8,1	1,69	0,048	1,51	1,90
	11,90	2,70	0,093	2,24	2,21

Les figures n° 1 et n° 2 représentent graphiquement les variations dans le temps des éléments dosés dans les 5 Blés étudiés. Rappelons que pour la précocité, *Vilmorin 27*, *Marival*, appartiennent au même groupe (demi-précoce), tandis que *Cappelle*, *Hybride 40* et *Yga* appartiennent au groupe de Vilmorin 23.

Dans les Blés étudiés, SiO_2 croît assez rapidement avec le temps et d'une façon assez régulière.

CaO augmente généralement à mesure que la feuille vieillit sauf pour *Hybride 40* où le pourcentage de CaO n'est pas sensiblement différent au premier et au dernier prélèvement. Le pourcentage de N (2 p. 100 de matière sèche) est généralement plus faible à la fin de la végétation qu'au début, sauf pour *Cappelle*. Au début, on doit penser que la photosynthèse est plus rapide que l'absorption de N dans la feuille ; dans la seconde partie du développement, lorsque la croissance de la feuille est terminée, les échanges avec l'épi conditionnent une diminution du taux de N. Pour *Cappelle* l'absorption de N dans la feuille se poursuit tardivement ; elle est plus importante que les migrations de matières azotées.

On notera une certaine correspondance entre les variations de N et celles de MgO, sauf pour *Cappelle* où MgO décroît en fin de développement, tandis que le taux de N augmente.

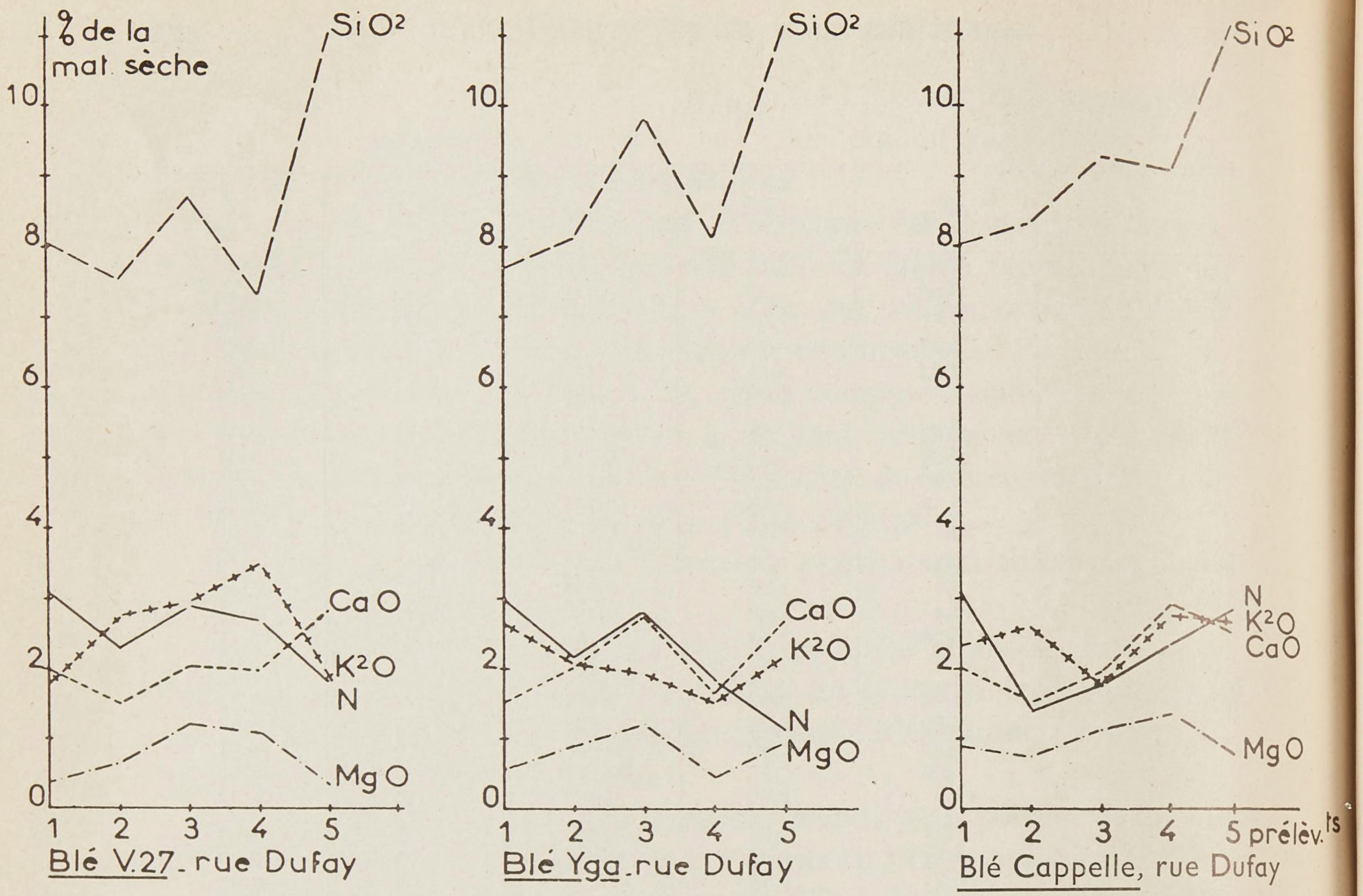

% de la mat. sèche
Si O²
10
8
6
4
2
0
CaO
K²O
N
MgO
1 2 3 4 5
Blé V.27 - rue Dufay
Blé Yga - rue Dufay
Blé Cappelle, rue Dufay
5 prélèv.ts

FIG. 1

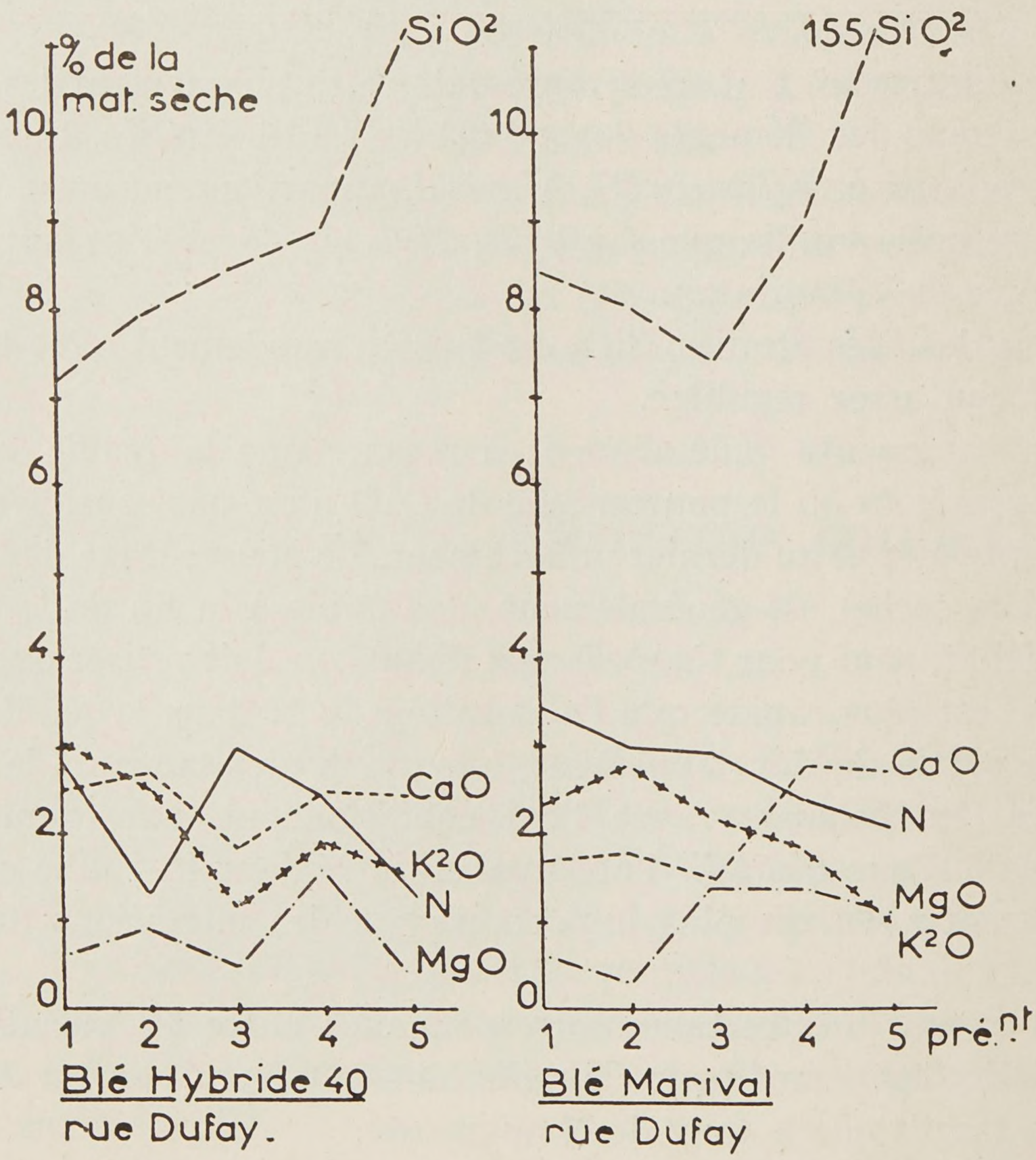

% de la mat. sèche
Si O²
155
10
8
6
4
2
0
CaO
K²O
N
MgO
1 2 3 4 5
Blé Hybride 40
rue Dufay.
Blé Marival
rue Dufay
5 prél.nts

FIG. 2

Le pourcentage de K_2O diminue généralement avec l'âge, mais on note une remontée de ce pourcentage pour *Yga* et pour *Cappelle* dans la dernière phase du développement. Il y a une certaine analogie entre les variations de K_2O et MgO p. 100 de matière sèche. Au départ le taux de K_2O est supérieur à celui de CaO, sauf pour *Vilmorin 27* et au dernier prélèvement il est inférieur à celui de CaO, sauf pour *Cappelle*, pour lequel il est très voisin.

L'antagonisme que l'on note entre K_2O et CaO sur une même variété qui reçoit des apports croissants d'engrais potassiques (expérimentation LUNDGARDH) ne se retrouve pas au cours du développement d'une même variété ; à chaque stade de ce développement correspond un équilibre particulier.

Si on forme le rapport $\frac{CaO}{K_2O}$ il croît constamment au cours du développement pour *Hybride 40* et *Marival*, passe par un maximum au troisième prélèvement pour *Yga*. Ce rapport est maximum au départ pour *Vilmorin 27* et au troisième prélèvement pour *Cappelle*.

Si maintenant on forme la somme des bases ($CaO + K_2O + MgO$) en milliéquivalents, elle est loin d'être constante au cours du développement et varie dans des sens différents. Elle est plus élevée au dernier prélèvement qu'au premier, sauf pour *Hybride 40*.

Les chiffres, les graphiques et les discussions précédentes mettent suffisamment en évidence non seulement les différences qui existent dans l'évolution minérale d'une feuille de référence prélevée sur divers Blés, mais aussi pour un même Blé les variations de la composition minérale avec le temps. Comme il s'agit de variétés fixées, ces différences et ces variations ne sauraient être attribuées à un échantillonnage insuffisant prélevé dans une population hétérogène.

2° Les maïs

Nous avons repris sur divers Maïs l'étude que nous avions donnée sur *Etoile de Normandie* dans notre premier mémoire. Sur la dernière feuille, nous avons fait un certain nombre de prélèvements espacés de semaine en semaine et dosé SiO_2, CaO, MgO, K_2O et N.

Le comportement des « variétés » cultivées dépend des conditions de milieu dans lesquelles elles se développent ; mais nous avons voulu examiner dans quelle mesure une même « variété » placée dans des milieux différents pouvait révéler dans la marche de son absorption minérale certaines analogies caractéristiques.

C'est la raison pour laquelle nous avons cultivé côte à côte certaines « variétés » comme *Grand Roux Basque*, *U. 65*, *W. 416*, à la fois dans les jardins de la Station Agronomique de Rouen, rue Blaise-Pascal

Tableau III

« Variété » et lieu de prélèvement	Date du prélèvement	% de matière sèche				
		SiO_2	CaO	MgO	K_2O	N
Grand Roux Basque, terrain rue Blaise-Pascal	21/8/51	0,70	3,02	0,09	2,37	2,37
	27/8/51	0,76	1,30	0,07	2,34	1,87
	11/9/51	1,46	1,99	0,09	2,19	2,10
	18/9/51	2,50	2,77	0,08	2,03	2,02
	26/9/51	3,70	3,62	0,08	1,86	2,0
	3/10/51	4,60	3,26	0,09	2,0	2,17
	9/10/51	4,50	2,75	0,15	2,12	2,10
	15/10/51	4,30	2,74	0,43	1,40	2,12
Terrain rue Dufay	7/8/51	0,61	2,80	0,08	2,19	1,65
	14/8/51	0,55	1,66	0,13	2,44	2,64
	21/8/51	1,0	2,59	0,11	3,44	2,15
	27/8/51	1,50	1,86	0,20	1,50	1,95
	4/9/51	2,0	2,78	0,07	1,83	1,69
	11/9/51	2,08	1,84	0,07	1,82	2,15
	18/9/51	3,60	2,43	0,33	1,84	1,84
	26/9/51	3,45	2,39	0,25	2,16	1,90
	3/10/51	4,70	4,36	0,15	1,13	2,87
	9/10/51	4,30	2,42	0,16	1,78	1,98
	15/10/51	5,0	4,10	0,17	2,62	1,61
Yvetot	21/8/51	1,40	3,12	0,38	2,02	1,93
	28/8/51	2,60	2,30	0,29	2,23	1,45
	5/9/51	1,40	2,42	0,13	1,90	2,25
	20/9/51	1,70	1,82	0,09	1,79	1,72
	26/9/51	1,90	3,29	0,19	1,34	2,41
	3/10/51	3,80	2,51	0,17	1,52	2,46
	11/10/51	2,60	2,36	0,97	1,14	2,07
	17/10/51	4,60	2,16	0,71	1,05	2,22
	24/10/51	4,80	3,09	0,28	1,27	2,26
Etoile de Normandie, terrain rue Blaise-Pascal	7/8/51	0,67	2,05	0,77	2,47	4,03
	14/8/51	0,71	2,03	0,05	2,58	1,64
	21/8/51	1,10	4,36	0,10	2,91	1,45
	27/8/51	1,40	2,57	0,46	2,90	1,59
	11/9/51	2,90	2,03	0,24	2,11	2,15
	18/9/51	4,10	3,26	0,16	2,06	1,80
	26/9/51	5,0	2,18	0,14	2,07	1,72
	3/10/51	4,60	2,40	0,14	1,52	2,90
	9/10/51	4,60	2,02	0,99	1,90	2,34
	15/10/51	5,90	2,00	0,44	1,33	1,28
Etoile de Normandie, terrain rue Dufay	31/7/51	2,20	2,77	0,11	2,17	1,42
	7/8/51	1,0	1,52	0,12	2,59	1,96
	14/8/51	1,09	2,38	0,34	2,63	2,28
	21/8/51	2,10	2,97	0,16	3,0	2,26
	27/8/51	2,60	2,91	0,11	2,46	1,68
	4/9/51	3,60	2,98	0,12	2,53	1,81
	11/9/51	3,50	2,04	0,21	2,25	2,19
	16/9/51	4,0	2,95	0,15	2,44	1,77
	26/9/51	4,90	4,43	0,28	2,25	1,53
	3/10/51	4,90	2,69	0,21	2,27	1,25
	9/10/51	4,06	2,73	0,17	2,39	1,16
	15/10/51	4,40	2,42	0,12	2,42	1,95
Iowa 4417, terrain rue Blaise-Pascal	27/8/51	0,49	1,27	0,32	2,07	1,44
	11/9/51	1,30	2,35	0,18	1,93	2,78
	18/9/51	1,96	2,55	0,34	2,21	2,94
	26/9/51	3,60	2,02	0,13	2,23	1,91
	3/10/51	3,80	2,75	0,15	1,68	1,99
	9/10/51	3,34	2,57	0,12	1,86	1,92
	15/10/51	4,40	1,81	0,22	1,39	1,86
Yvetot	5/9/51	0,61	1,49	0,09	1,90	1,86
	20/9/51	0,75	3,67	0,13	1,68	1,60
	26/9/51	1,30	2,85	0,13	1,74	2,02
	3/10/51	1,40	2,83	0,32	1,42	2,18

TABLEAU III (suite)

« Variété » et lieu de prélèvement	Date du prélèvement	% de matière sèche				
		SiO_2	CaO	MgO	K_2O	N
	11/10/51	1,20	1,80	0,36	1,55	2,29
	17/10/51	2,60	1,62	0,86	1,38	1,81
	24/10/51	2,60	2,46	0,18	1,50	1,88
Iowa 4417 F_2, Yvetot	5/9/51	0,65	2,18	0,18	1,88	2,33
	29/9/51	1,30	3,42	0,14	1,77	1,70
	26/9/51	2,30	1,64	0,09	1,68	1,74
	3/10/51	2,60	3,28	0,18	1,54	2,22
	11/10/51	2,40	3,98	0,18	1,19	2,05
	17/10/51	3,00	3,27	0,40	1,33	1,49
	24/10/51	2,70	2,56	0,34	1,67	1,50
U 65, terrain rue Blaise-Pascal	4/9/51	0,63	4,26	0,12	2,21	2,78
	11/9/51	0,55	2,21	0,25	2,23	1,86
	18/9/51	1,30	3,60	0,08	2,90	2,21
	26/9/51	1,50	2,01	0,18	2,64	2,49
	3/10/51	2,17	2,19	0,28	3,03	2,67
	9/10/51	2,40	1,67	0,12	3,35	2,14
	15/10/51	3,20	2,00	0,70	1,67	1,99
Terrain rue Dufay	4/9/51	1,24	2,13	0,07	1,80	2,37
	11/9/51	1,10	1,64	0,07	2,70	2,15
	18/9/51	1,70	2,20	0,10	3,04	2,33
	26/9/51	2,70	4,83	0,11	2,28	2,06
	3/10/51	3,36	5,82	0,18	2,14	2,42
	15/10/51	4,35	4,04	0,15	2,60	2,22
Yvetot	5/9/51	0,75	2,17	0,09	1,99	1,74
	20/9/51	0,65	2,76	0,08	2,15	2,40
	3/10/51	1,20	2,15	0,11	1,97	2,36
	11/10/51	1,30	2,91	0,10	2,01	2,19
	18/10/51	0,76	2,56	0,70	1,74	2,20
	24/10/51	1,00	2,53	0,29	1,45	2,14
W 416, terrain rue Blaise-Pascal	27/8/51	0,75	3,60	0,07	1,71	1,94
	11/9/51	0,86	2,36	0,20	1,87	2,43
	18/9/51	3,30	4,57	0,17	1,67	2,61
	26/9/51	4,18	1,84	0,37	1,28	2,90
	3/10/51	2,80	1,83	0,18	2,90	2,29
	9/10/51	3,00	1,66	0,13	2,02	1,91
	15/10/51	3,40	2,78	0,75	1,76	1,90
Terrain rue Dufay	27/8/51	0,87	2,56	0,14	2,15	1,67
	4/9/51	0,77	1,85	0,11	1,97	2,09
	11/9/51	2,1	2,03	0,23	1,90	2,08
	18/9/51	3,2	1,66	0,81	1,60	2,07
	26/9/51	4,75	2,70	0,26	1,37	2,36
	3/10/51	5,50	3,39	0,18	1,13	2,13
	9/10/51	6,10	4,42	0,23	1,38	2,02
	15/10/51	4,10	3,84	0,14	1,20	1,73
Yvetot	5/9/51	1,10	2,59	0,13	1,83	1,98
	20/9/51	2,20	3,63	0,99	1,39	1,79
	26/9/51	4,00	2,21	0,35	1,97	1,90
	3/10/51	4,10	1,96	0,96	1,44	1,80
	11/10/51	2,30	2,73	0,47	0,72	1,80
	17/10/51	4,60	3,08	0,14	0,99	1,40
	24/10/51	3,40	3,29	0,45	1,55	2,14
W 692, terrain rue Blaise-Pascal	11/9/51	0,70	2,02	0,11	2,16	2,78
	18/9/51	0,76	2,57	0,08	2,76	2,44
	26/9/51	1,30	2,15	0,09	2,82	2,66
	3/10/51	1,28	2,15	0,12	2,64	2,13
	9/10/51	1,60	2,58	0,16	2,57	2,68
	15/10/51	2,03	3,14	0,26	3,87	2,58
Terrain rue Dufay	4/9/51	0,66	2,80	0,09	2,75	2,17
	11/9/51	1,00	2,22	0,14	1,49	2,43
	18/9/51	1,80	2,76	0,29	2,01	2,36

TABLEAU III (suite et fin)

« Variété » et lieu de prélèvement	Date du prélèvement	% de matière sèche				
		SiO_2	CaO	MgO	K_2O	N
	26/9/51	2,80	5,72	0,15	2,35	1,91
	3/10/51	3,00	4,07	0,12	1,99	2,34
	9/10/51	2,80	3,43	0,18	2,11	2,12
	15/10/51	3,95	3,40	0,15	1,75	2,92
W 692, Yvetot	5/9/51	0,63	2,54	0,07	2,06	1,55
	20/9/51	0,75	2,56	0,10	2,02	2,34
	26/9/51	0,90	2,78	0,12	1,90	2,26
	3/10/51	1,20	2,70	0,23	1,69	2,26
	11/10/51	0,65	1,64	0,15	1,94	1,35
	17/10/51	2,30	2,53	0,32	1,32	2,19
	24/10/51	1,30	2,54	0,29	1,73	1,60

et rue Dufay, et à l'Ecole Régionale d'Agriculture d'Yvetot. *Etoile de Normandie* a été cultivée à Rouen seulement. *Iowa 4 417* cultivé à Yvetot était représenté par des F_1 et des F_2.

Les semis ont été effectués pour les 3 cultures dans la première semaine de juin 1951.

Nous donnons dans le tableau III le résultat de nos dosages.

Le tableau III et les figures 3, 4, 5, 6, 7 et 8 suggèrent un certain nombre de comparaisons, non seulement en ce qui concerne les « variétés »

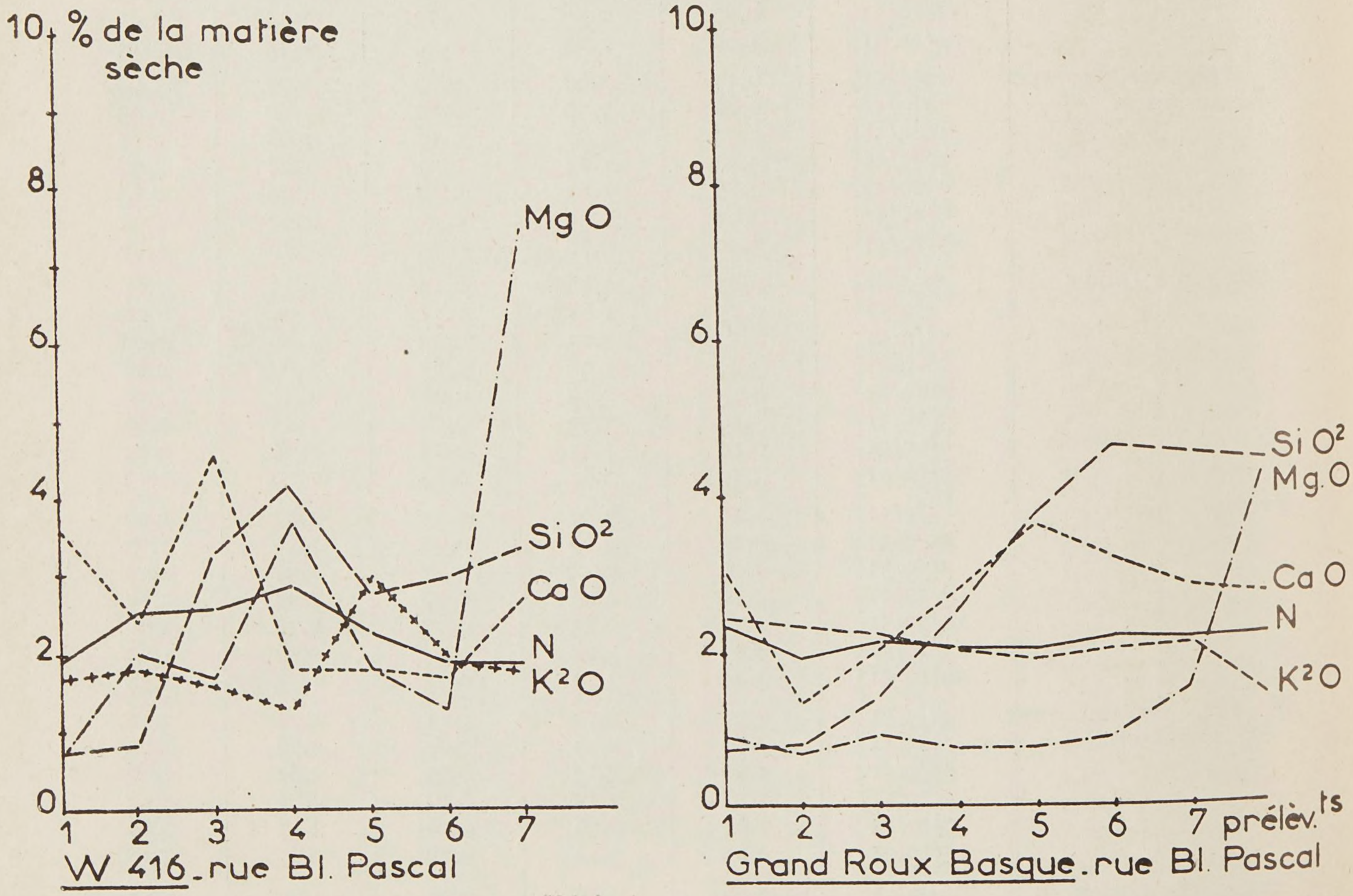


FIG. 3

cultivées, mais aussi en ce qui concerne les sols dont l'influence se manifeste dans la composition minérale des feuilles.

Les interactions variétés-sols sont examinées ultérieurement. Nous

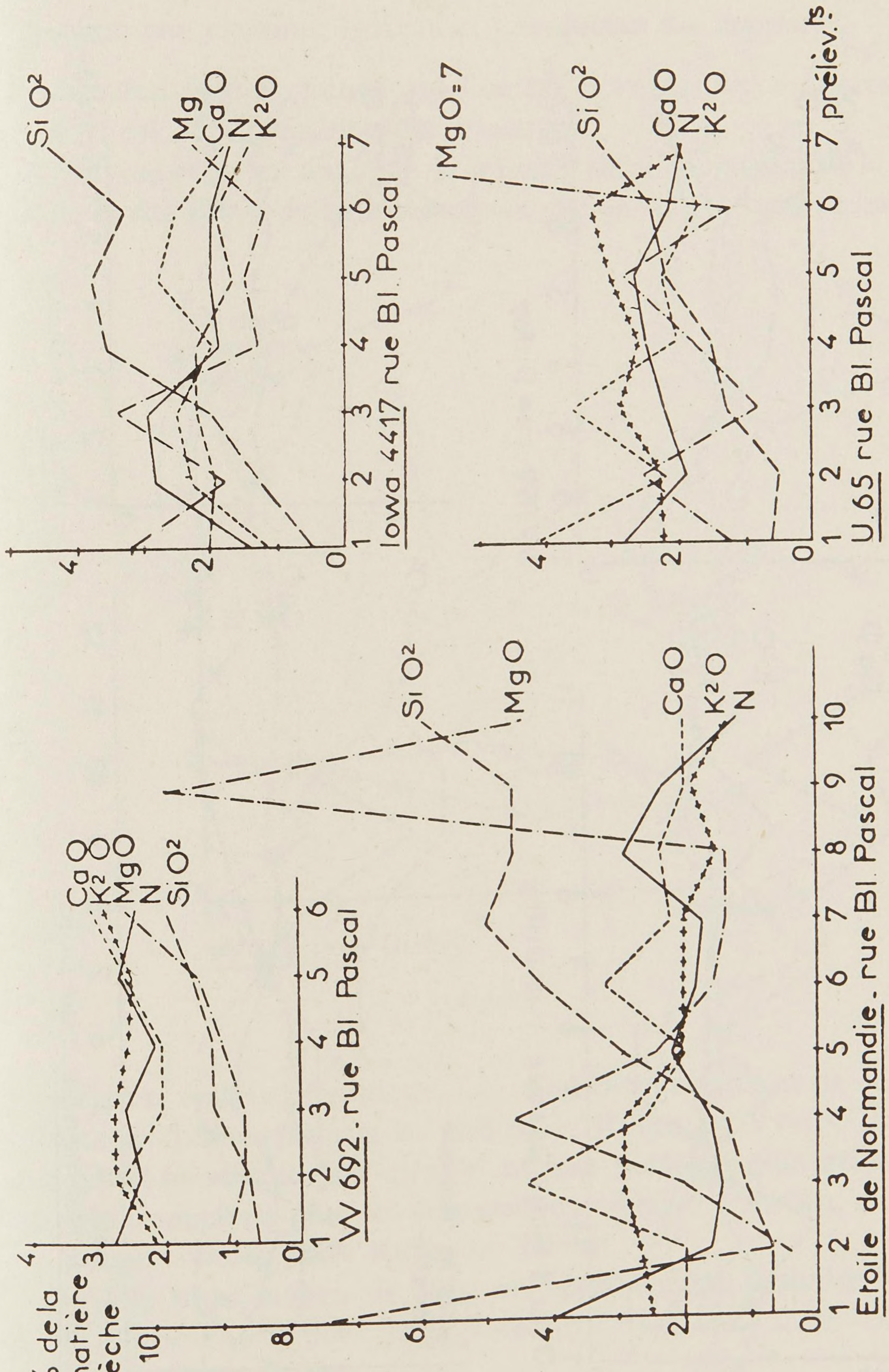


FIG. 4

nous bornerons ici à donner quelques indications sur la cinétique des divers éléments dosés.

SiO_2 suit une progression à peu près constamment ascendante avec le temps, mais N, CaO et K_2O varient beaucoup dans des sens divers

au cours du développement. K_2O et N ne sont pas toujours plus élevés au premier prélèvement, non plus que CaO au dernier prélèvement. Les teneurs en MgO sont très irrégulièrement variables.

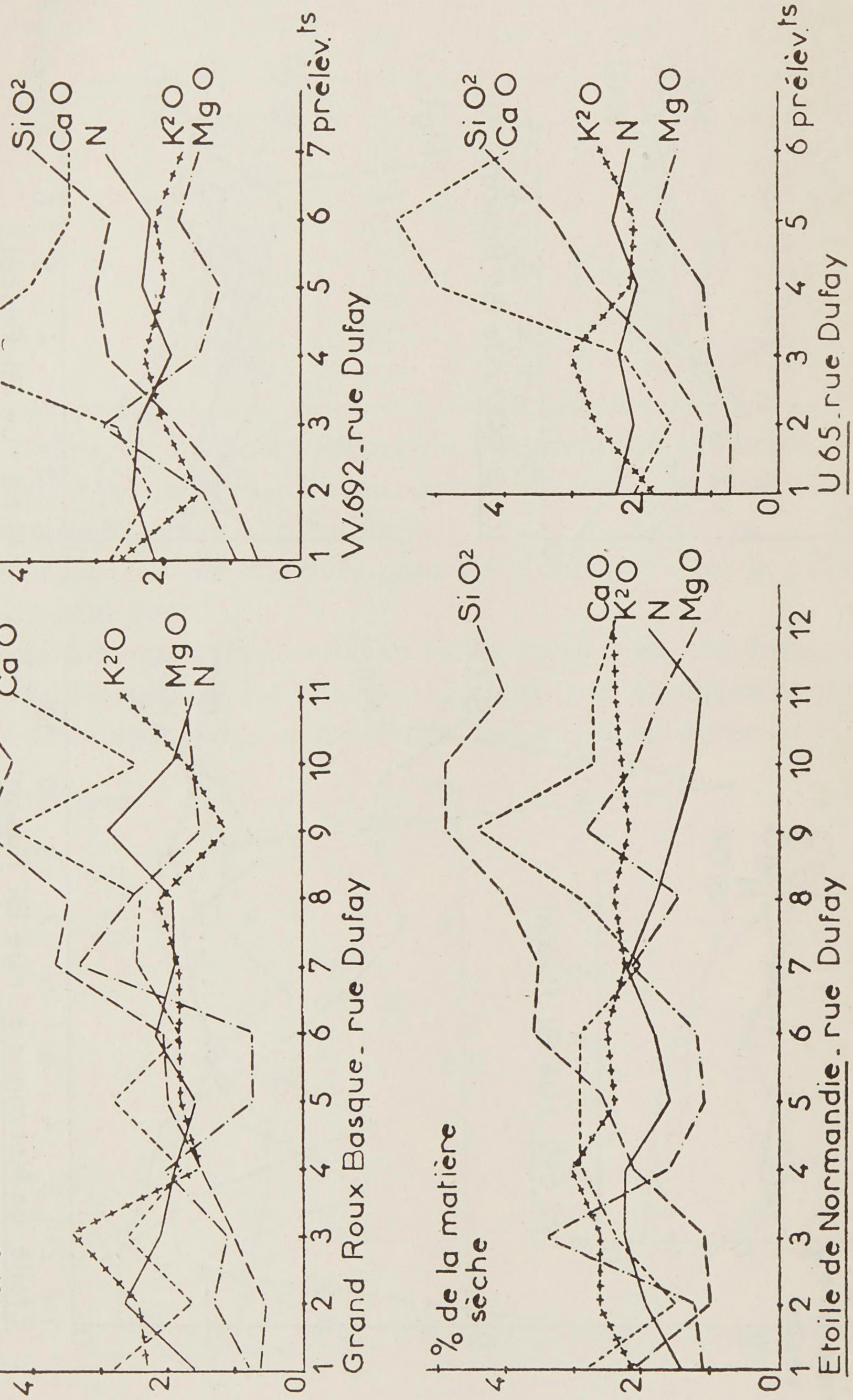


FIG 5

Si l'on fait la somme des bases (CaO + MgO + K_2O) en milliéquivalents, on note que pour une même « variété » cultivée dans un milieu déterminé, cette somme est variable et ne suit aucune évolution régulière au cours du développement.

Nous noterons cependant que pour *Iowa 4 417* F_2 qui en 1951 a donné une récolte supérieure à *Iowa 4 417*, cette somme est dans l'ensemble plus grande ; la moyenne de la teneur en N n'est pas plus élevée.

Nous avons examiné également l'évolution du rapport $\frac{CaO}{K_2O}$ tantôt plus petite, tantôt plus grande que l'unité ; la valeur de ce rapport, supérieure à 1, est sensiblement plus fréquente.

Il y a une certaine analogie de milieux entre les jardins de la rue Dufay et de la rue Blaise-Pascal, tous deux sur un sol d'alluvions anciennes,

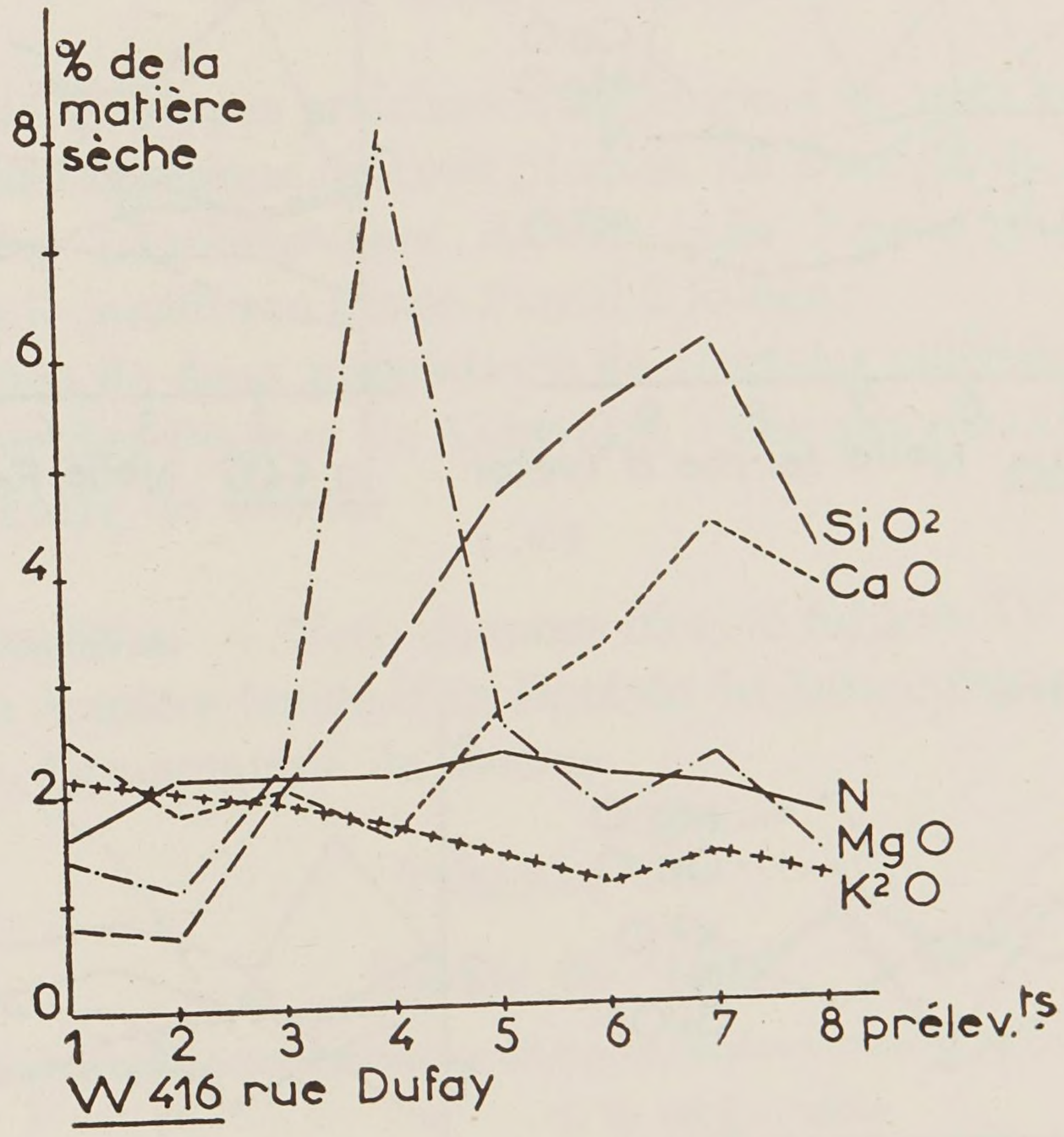


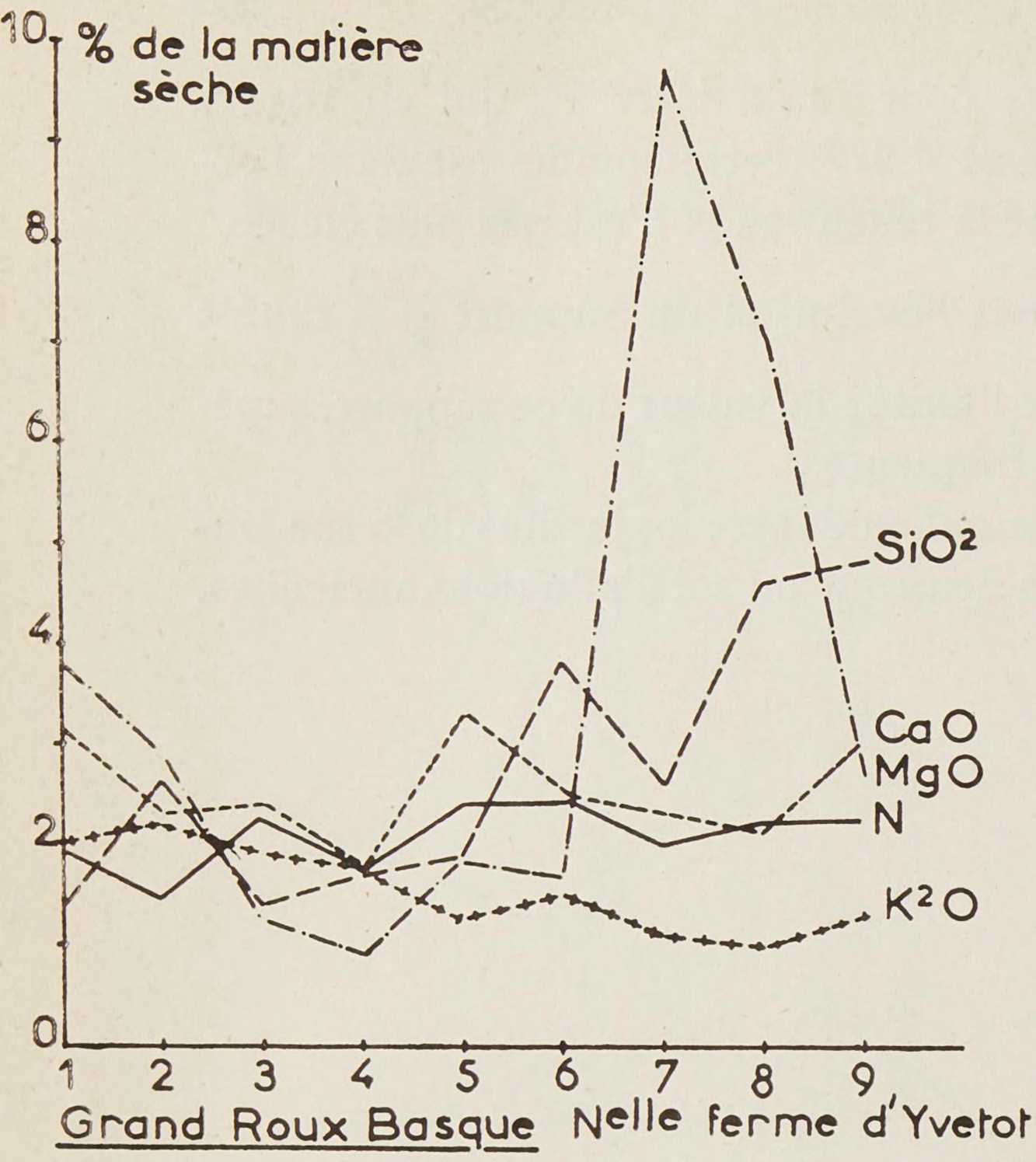
FIG 6

très riches en matière organique. Les conditions de sols et de climat sont notablement différents entre les jardins de Rouen et Yvetot (limon des plateaux). Il ne semble pas qu'il y ait une analogie plus grande de la composition minérale pour les échantillons prélevés à Rouen, ni nne plus grande dissemblance entre Rouen et Yvetot.

Ainsi le taux moyen de SiO_2 est sensiblement moindre à Yvetot que rue Blaise-Pascal pour *Iowa 4 417* et *U 65*, mais il est très voisin pour *Grand Roux Basque*.

L'utilisation d'un milieu donné par une espèce végétale dépend de cette espèce et varie avec les « variétés » de cette espèce.

Le développement d'une plante est lié aux conditions particulières de milieu qu'elle rencontre. Ce développement s'est révélé différent notamment pour *Étoile de Normandie* cultivée dans le même milieu (rue Blaise-


% de la matière sèche
10
8
6
4
2
0
SiO²
CaO
MgO
N
K²O
1 2 3 4 5 6 7 8 9
Grand Roux Basque Nelle ferme d'Yvetot

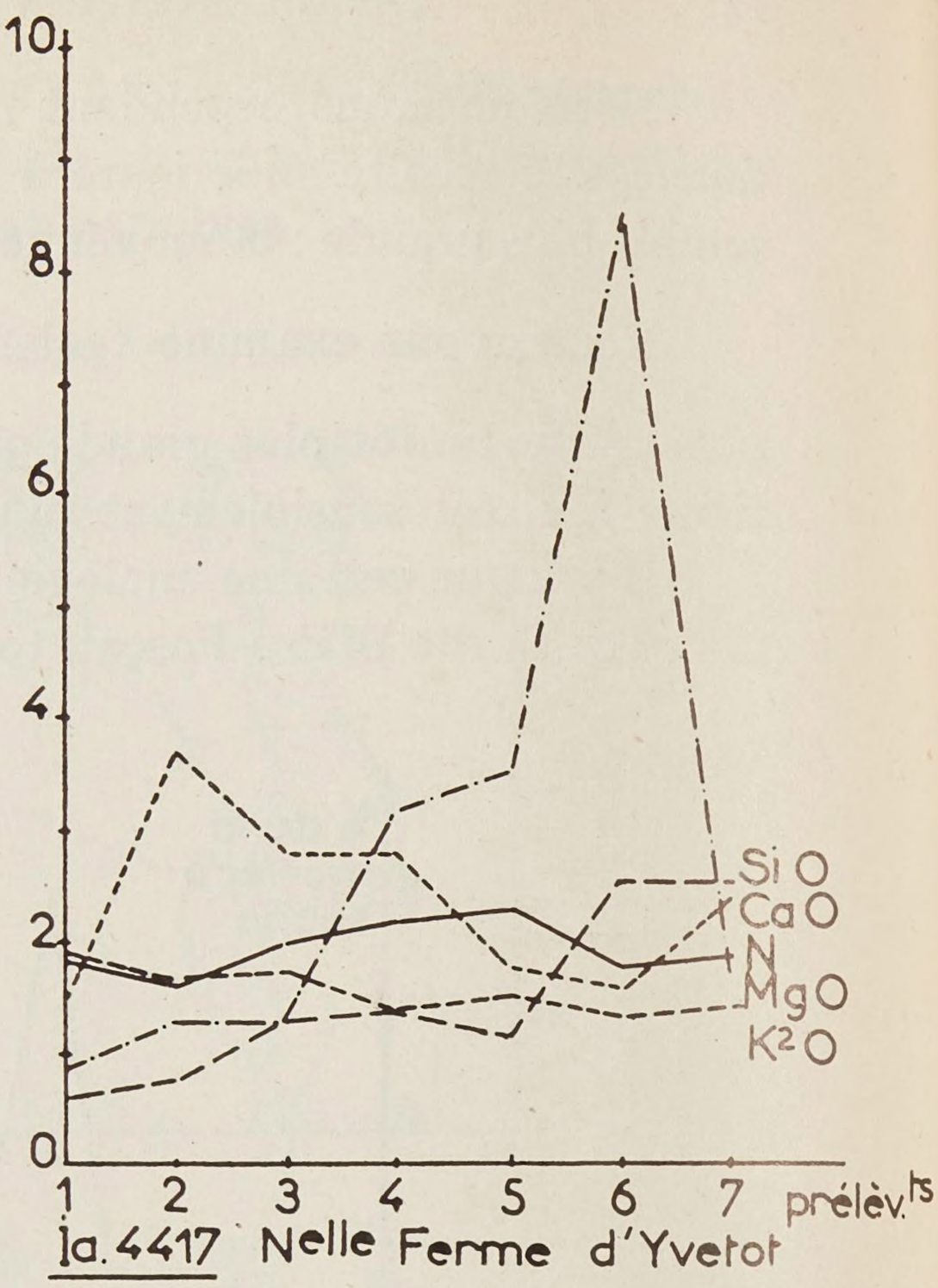
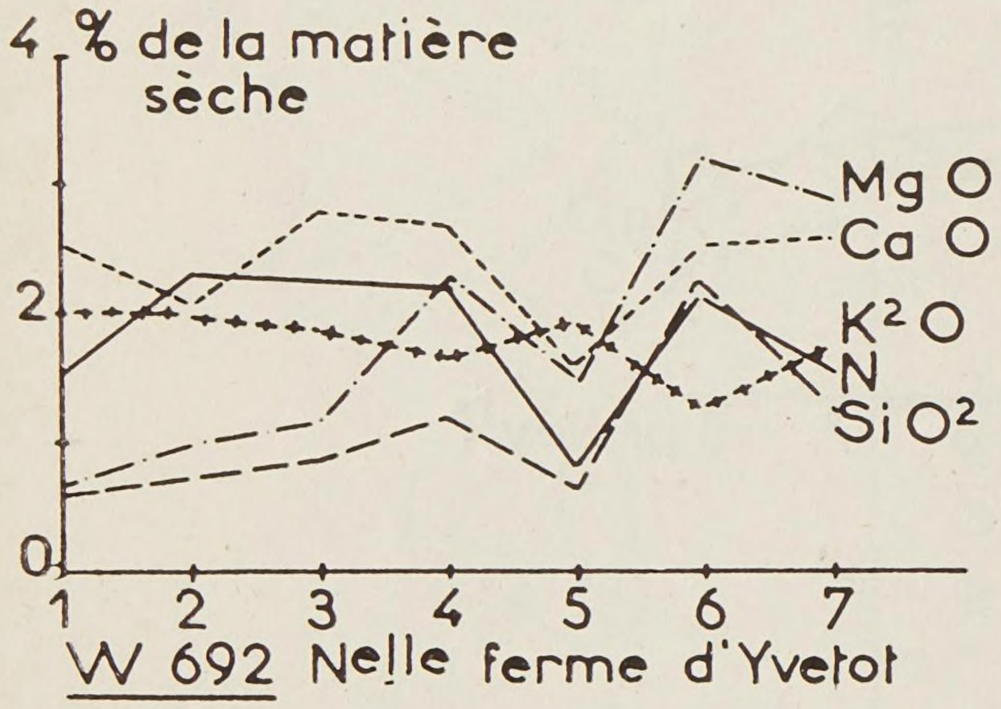
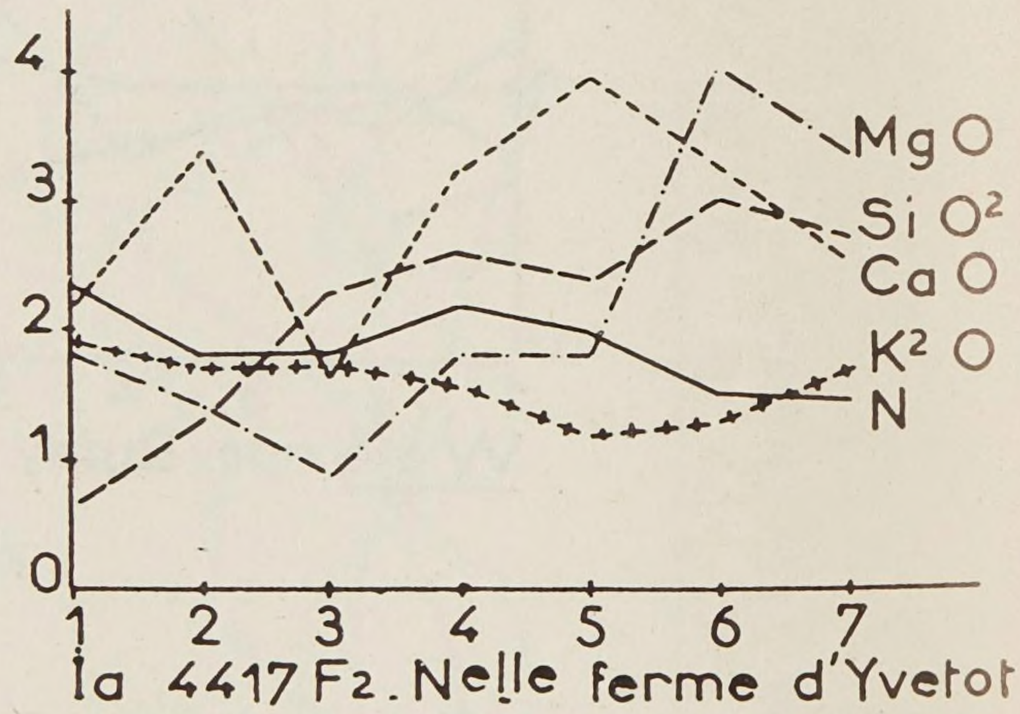
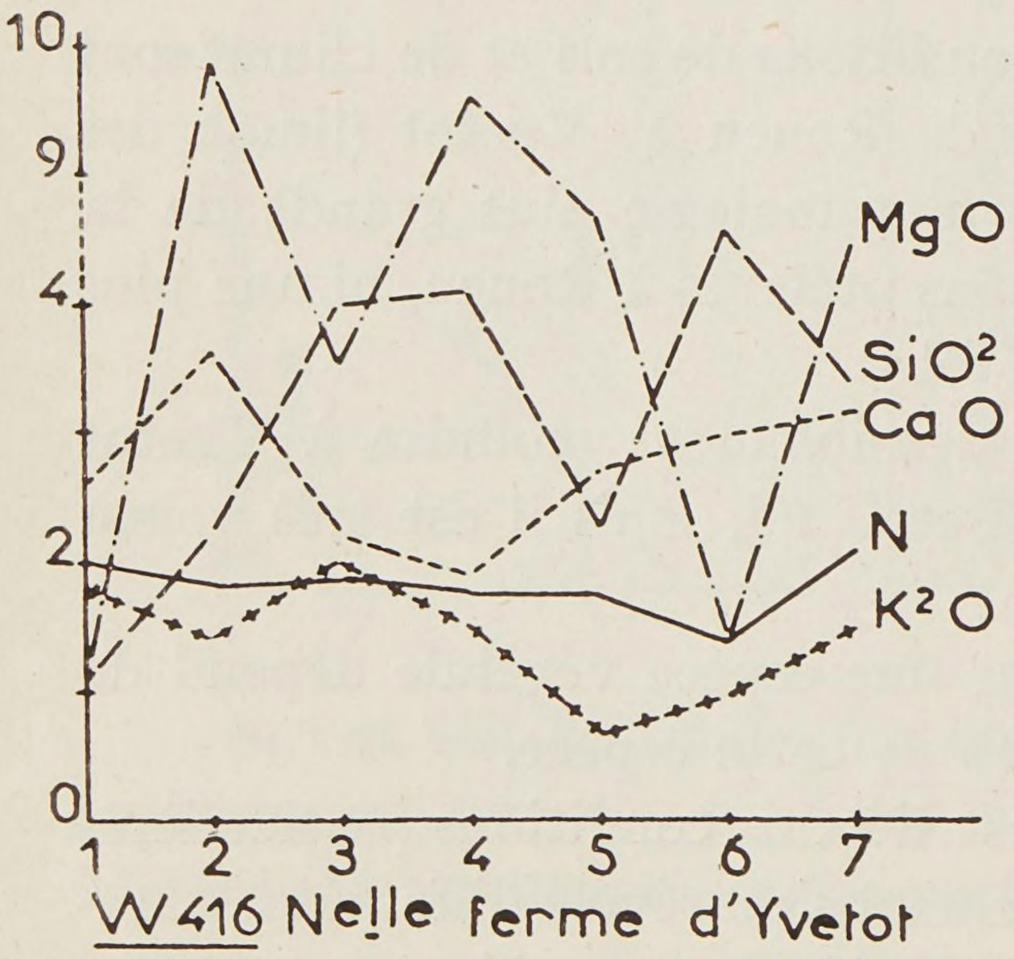

10
8
6
4
2
0
Si O
Ca O
N
Mg O
K² O
1 2 3 4 5 6 7 prélèv.ts
Ia. 4417 Nelle Ferme d'Yvetot

FIG. 7


% de la matière sèche
4
2
0
Mg O
Ca O
K² O
N
Si O²
1 2 3 4 5 6 7
W 692 Nelle ferme d'Yvetot


4
3
2
1
0
Mg O
Si O²
Ca O
K² O
N
1 2 3 4 5 6 7
Ia 4417 F2. Nelle ferme d'Yvetot


10
9
4
2
0
Mg O
Si O²
Ca O
N
K² O
1 2 3 4 5 6 7
W 416 Nelle ferme d'Yvetot

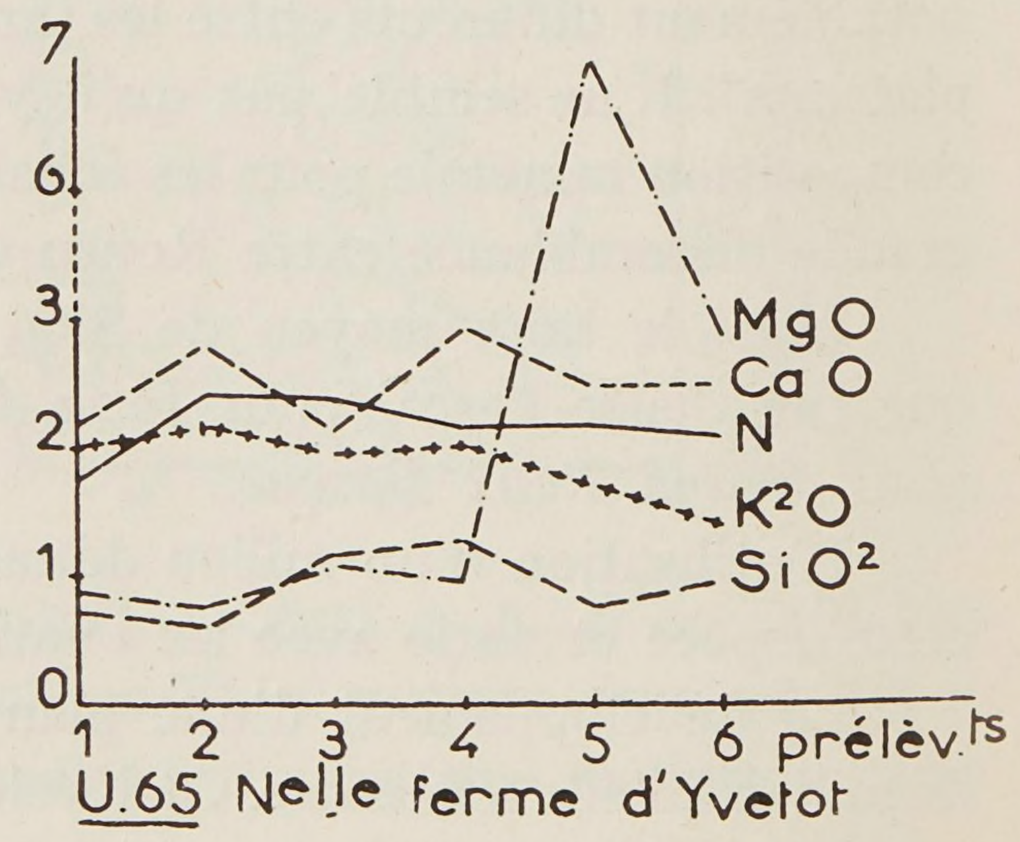

7
6
3
2
1
0
Mg O
Ca O
N
K² O
Si O²
1 2 3 4 5 6 prélèv.ts
U.65 Nelle ferme d'Yvetot

FIG. 8

Pascal) deux années de suite (1950-1951) et cultivée en 1951 rue Blaise-Pascal et rue Dufay.

Ces indications semblent conduire à cette conclusion que les résultats du diagnostic foliaire ne sont valables que pour une même année et dans des conditions de sols semblables et seulement pour une variété déterminé. Des variétés de la même espèce placées dans ddes conditions identiques réagiront différemment, d'où la justification théorique de la caractérisation des « variétés » par leur physiologie.

3° Les ecotypes prairiaux

L'étude des écotypes prairiaux s'est proposé en 1952 deux objectifs :

a) l'examen cinétique de trois plantes, un Dactyle du Jura, un Fromental de Gap (*Arrhenaterum elatius*), *Alta Fescue* (*Festuca elatior*), cultivées dans le jardin rue Blaise-Pascal à Rouen ;

b) l'examen de deux populations de Dactyles cultivées à la Station d'Amélioration des Plantes de Versailles, l'une provenant de la région parisienne, l'autre de Nîmes.

a) **Les Dactyles.** — Nous donnons dans le tableau IV le résultat des analyses de la dernière feuille d'un Dactyle du Jura cultivé dans le jardin de la Station Agronomique de Rouen.

TABLEAU IV

Dactyle du Jura

Date du prélèvement	% de matière sèche				
	SiO_2	CaO	MgO	K_2O	N
15/5/51	2,90	5,34	0,07	2,85	3,80
22/5/51	3,40	1,82	0,05	4,41	3,34
29/5/51	3,70	2,00	0,10	3,16	2,98
5/6/51	4,70	2.34	0,17	3,05	2,43
12/6/51	5,10	1,99	0,17	3,07	2,78
19/6/51	4,40	2,54	0,16	2,52	2,91

Comme pour les Blés et les Maïs, le taux de SiO_2 croît assez régulièrement. La figure 9 schématise l'évolution des divers éléments au cours du développement. Si l'on forme la somme $CaO + MgO + K_2O$ (en milliéquivalents), elle est très élevée lors du premier prélèvement et diminue ensuite.

Le tableau V donne la composition minérale des feuilles de deux populations de Dactyles cultivées à la Station Centrale d'Amélioration des Plantes à Versailles et récoltées le 14 juin 1951 au stade floraison.

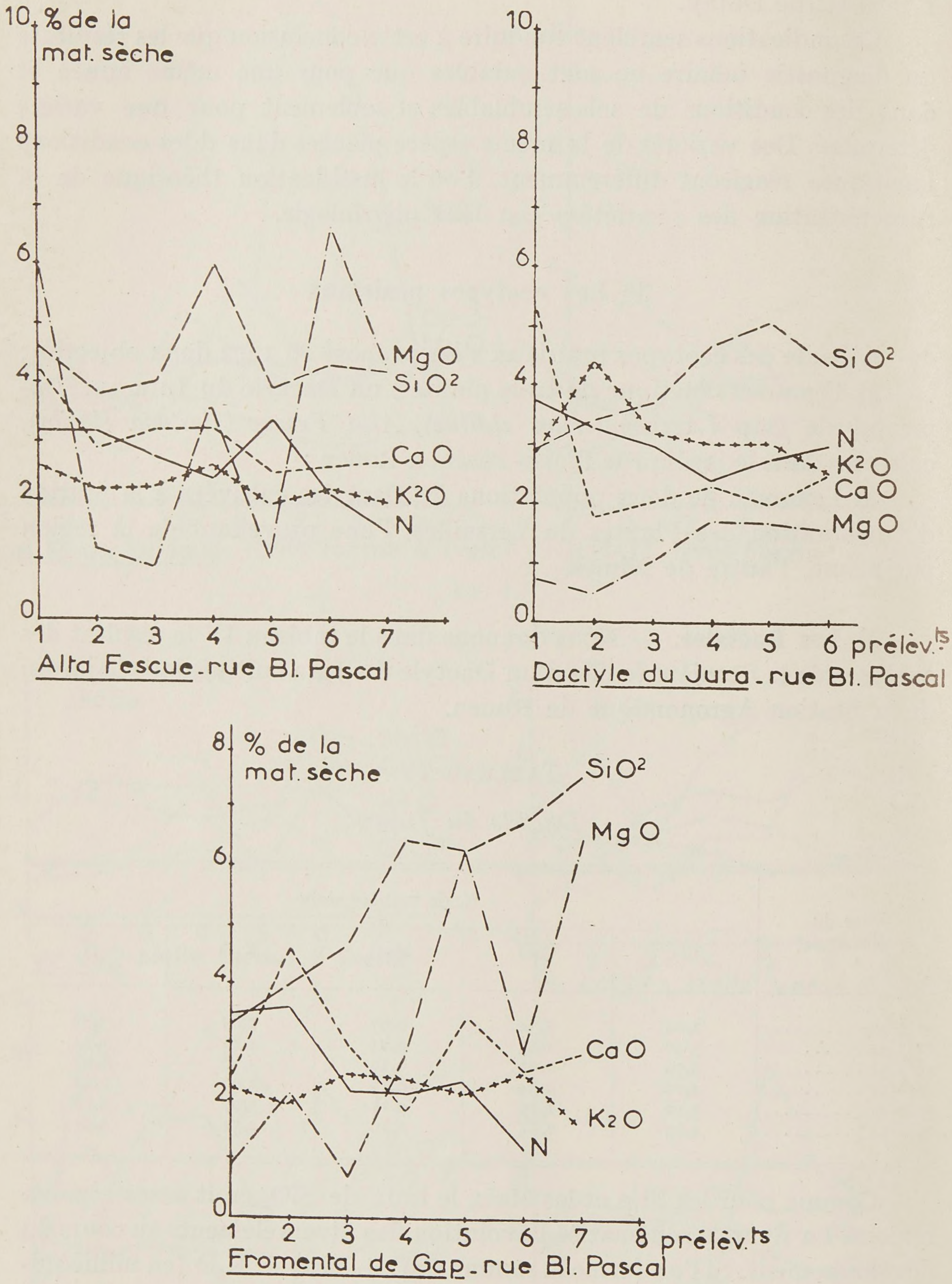

10
% de la mat. sèche
8
6
4
2
0
Mg O
Si O²
Ca O
K²O
N
1 2 3 4 5 6 7
Alfa Fescue - rue Bl. Pascal
10
8
6
4
2
0
Si O²
N
K² O
Ca O
Mg O
1 2 3 4 5 6 prélèv.ts
Dactyle du Jura - rue Bl. Pascal
8
% de la mat. sèche
6
4
2
0
Si O²
Mg O
Ca O
K₂O
N
1 2 3 4 5 6 7 8 prélèv.ts
Fromental de Gap - rue Bl. Pascal

FIG. 9

L'étude statistique des analyses réalisées dans les deux populations de Dactyle (Versailles et Nîmes) et présentées dans le tableau V est donnée dans la seconde partie de ce mémoire.

TABLEAU V

Prélèvements dans deux populations cultivées à Versailles

N° de référence	% de matière sèche				
	SiO_2	CaO	MgO	K_2O	N
Dactyle de Versailles	4,39	2,87	0,14	2,90	2,98
	5,10	2,59	0,10	3,86	3,87
	5,80	1,84	0,04	4,00	2,83
	5,80	3,58	0,68	1,86	3,17
	5,00	2,52	0,23	1,38	3,58
	4,70	3,23	0,14	1,11	3,65
	7,60	4,03	0,10	1,34	1,58
	6,30	2,71	0,07	2,39	2,89
	4,70	2,47	0,08	1,46	3,95
	2,50	3,62	0,15	1,26	3,56
	4,40	3,80	0,09	1,72	3,94
	4,96	2,49	0,05	1,62	3,40
	4,60	6,30	0,19	1,50	3,13
	4,70	1,95	0,11	1,63	3,22
	4,80	2,36	0,08	1,60	3,17
	1,07	3,24	0,15	2,61	3,37
	6,60	3,99	0,08	1,60	3,85
	4,20	2,64	0,04	2,21	3,72
	4,50	3,07	0,05	2,85	3,83
	5,10	1,83	0,04	1,95	3,13
	5,09	2,44	0,18	3,23	1,96
	5,20	2,29	0,26	2,31	3,27
	4,80	2,01	0,05	3,57	3,23
	4,20	3,36	0,11	1,23	3,11
	3,50	3,88	0,09	2,25	3,15
	6,10	3,26	0,11	1,05	3,00
	5,30	2,43	0,15	1,78	3,18
	1,48	3,32	0,30	1,01	2,14
	0,97	1,44	0,14	0,86	3,52
Dactyle de Nîmes	6,30	2,67	0,05	2,90	3,84
	5,70	2,36	0,24	4,10	2,49
	2,80	1,67	0,18	1,91	3,11
	5,60	1,80	0,06	1,38	3,83
	5,10	5,04	0,21	3,17	3,45
	5,50	1,95	0,15	2,81	3,78
	4,50	3,08	0,49	2,20	3,86
	6,90	2,21	0,16	3,47	4,02
	2,58	4,52	1,40	3,38	3,85
	4,20	2,65	0,49	2,07	3,77
	1,10	2,93	0,19	1,66	3,53
	3,60	6,24	0,08	1,60	4,21
	5,70	2,33	0,17	2,77	3,82
	4,70	3,63	0,11	3,00	2,09
	6,40	2,04	0,17	3,69	2,39
	8,50	1,65	0,05	1,95	3,51
	5,40	3,37	0,17	1,97	4,15
	5,60	2,18	0,58	2,62	3,81

b) **Fromental de Gap.** — Le tableau VI et la figure 9 donnent le résultat des analyses de la dernière feuille prélevée au cours du développement

d'un Fromental (*Arrhenaterum*) cultivé en 1951 au jardin de la Station Agronomique rue Blaise-Pascal.

TABLEAU VI

Date du prélèvement	% de matière sèche				
	SiO_2	CaO	MgO	K_2O	N
10/5/51	3,30	2,40	0,09	2,20	3,51
17/5/51	4,00	4,61	0,21	1,95	3,61
24/5/51	4,70	2,93	0,07	2,49	2.86
31/5/51	6,50	1,81	0,28	2,40	2,15
7/6/51	6,30	3,45	0,63	2,14	2,14
14/6/51	6,80	2,52	0,28	2,51	2,27
21/6/51	7,60	2,83	0,65	1,55	1,17

Dans le Fromental de Gap, le taux de SiO_2 marque une croissance régulière au cours du développement. On note comme pour les autres espèces étudiées une variation très irrégulière de MgO. Le taux de N décroît assez régulièrement. Irrégularité de l'évolution de la somme CaO + MgO + K_2O (en milliéquivalents).

c) **Alta Fescue.** — Le tableau V IIet la figure 9 donnent des résultats des analyses de la dernière feuille prélevée au cours du développement d'*Alta Fescue* (*Festuca elatior*) cultivé en 1951 dans le jardin de la Station Agronomique de la rue Blaise-Pascal à Rouen.

TABLEAU VII

Date du prélèvement	% de matière sèche				
	SiO_2	CaO	MgO	K_2O	N
10/5/51	4,60	4,25	0,61	2,60	3,19
17/5/51	3,80	2,90	0,12	2,60	3,21
24/5/51	4,00	3,18	0,09	2,21	2,77
31/5/51	6,00	3,24	0,36	2,66	2,49
7/6/51	3,90	2,51	0,09	1,96	3,40
14/6/51	4,30	2,57	0,66	2,22	2,17
21/6/51	4,2	2,68	0,42	2,09	1,49

Nous remarquerons que le taux de SiO_2 d'*Alta Fescue* est plus faible que celui du Fromental de Gap aux derniers stades de développement ; il se maintient aux environs de 4. La teneur en N est sensiblement moins élevée au dernier prélèvement qu'au premier. Le taux de CaO est plus élevé au premier prélèvement. En ce qui concerne la somme CaO + Mgo + K_2O (en milliéquivalents) elle décroît constamment au cours du développement.

III. — ÉTUDE STATISTIQUE DE LA CARACTÉRISATION CHIMIQUE

par M. KERGUELEN

INTRODUCTION

Les dosages effectués méthodiquement sur différentes espèces et variétés de végétaux cultivés et de graminées prairiales et publiés par MM. HEDIN et LEFEBVRE lors d'une précédente étude donnent d'utiles enseignements sur la marche de l'absorption minérale avec le temps. Toutefois, les chiffres obtenus ne peuvent être considérés comme des absolus : ils constituent des échantillonnages dans des populations, dont seule l'analyse statistique permet de saisir la signification.

Rappelons que chaque dosage porte sur 20 à 100 feuilles prélevées au hasard, ceci afin de recueillir une quantité de matière suffisante pour l'analyse. Cette méthode permet d'éliminer, dans une certaine mesure, les causes d'hétérogénéité dues au terrain et aux différences génotypiques des individus, bien qu'il soit préférable de borner une étude statistique à des variétés homogènes ou relativement homogènes, telles que des lignées pures ou des hybrides (type maïs). Nous éviterons donc de rassembler dans un même tout Maïs hybride et Maïs de pays, la variabilité plus grande de ces derniers risquerait d'augmenter inutilement l'erreur des comparaisons.

Chaque dosage comporte en général deux types d'erreurs qui s'ajoutent :

1° Une erreur de mesure, faible le plus souvent et estimable, due à la méthode de dosage utilisée.

2° Une erreur statistique, malheureusement inconnue : nous effectuons en effet le dosage d'une moyenne de n feuilles de pieds différents et non n dosages de la feuille de référence prise sur chaque pied. Nous ignorons ainsi la variabilité, l'écart-type de la mesure.

C'est pourquoi les graphiques tracés en joignant par une courbe les points représentatifs des mesures, par exemple celle de l'absorption d'un élément chimique, pour une variété donnée, en fonction des dates de prélèvement, ont une signification approchée. Chaque point est affecté en effet d'une marge d'erreur qui ne peut être déterminée. L'erreur statistique d'un seul dosage n'a aucun sens.

Les résultats obtenus peuvent cependant être utilisés et analysés statistiquement sous certaines restrictions, notamment pour mettre en évidence des différences spécifiques et variétales pour l'absorption des éléments minéraux.

MÉTHODES UTILISÉES

Quand une série de variétés comparées entre elles comporte un même nombre de prélèvements aux mêmes dates, l'ensemble des mesures constitue en fait un essai factoriel, avec 3 facteurs de variation : variétés — dates — éléments chimiques, sans répétition, où l'interaction d'ordre le plus élevé constitue l'erreur. Sinon, il est toujours possible d'effectuer des comparaisons de moyennes.

Les liaisons entre matières minérales peuvent être estimées par des coefficients de corrélation qui, selon les espèces étudiées, peuvent différer et donner ainsi un aspect chimique des différences spécifiques.

Enfin une synthèse d'ensemble permet de comparer un ensemble de populations en utilisant les dosages de tous les éléments chimiques étudiés. Nous l'appliquerons aux graminées fourragères. C'est la méthode des fonctions discriminantes (« multivariate analysis ») (5, 6) dont la théorie la plus pratique d'utilisation est signalée dans le livre de MATHER « Biometrical genetics » (6). Donnons ici un bref aperçu de la méthode :

Nous disposons de mesures effectuées sur k populations comportant respectivement $n_1 \ldots n_k$ individus (ou échantillons) sur lesquels ont été faites les mesures de p variates normales $x_1 \ldots x_p$. Le problème consiste à déterminer une fonction linéaire Y des p variates x, telle que le rapport

$$F = \frac{\text{variance de Y entre les populations}}{\text{variance de Y dans les populations}}$$

soit maximum.

Soit :

$$Y = b_1x_1 + b_2x_2 + \cdots + b_px_p$$

une fonction linéaire des p variates. Il est aisé de tracer un tableau d'analyse des variances et covariances relatives aux carrés et produits des variates.

Pour x_i^2 on aura :

Total : $$\sum x_i^2 - \frac{\left[\sum x_i\right]^2}{N} \qquad (N = n_1 + n_2 + \cdots + n_k)$$

Somme des carrés de toutes les mesures de la variate x_i moins terme correctif.

Dans les groupes :

$$\sum x_i^2 - \sum_{k=1}^{k} n_k \bar{x}_{ki}^2.$$

Somme des carrées des mesures de x_i moins termes correctifs relatifs à chacune des populations.

Entre groupes :

$$\sum_{k=1}^{k} n_k \bar{x}_{ki}^2 - N\bar{x}_i^2 = \sum_{1}^{k} \frac{\left[\sum_{1}^{p} x_{ki}\right]^2}{n_k} - \frac{\left[\sum x_i\right]^2}{N}.$$

Somme des termes correctifs populations moins terme correctif général.

Le tableau d'analyse de la variance est le suivant :

	$d.$ 1.	x_1^2	x_2^2	x_1x_2	$x_{p-1}x_p$	Y
Entre groupes.....	p	a_{11}	a_{22}	a_{12}	$a_{p-1,p}$	a_y
Dans les groupes.....	N-p-1					
Total.....	N-1	A_{11}	A_{22}	A_{12}	$A_{p-1,p}$	A_y

Les termes a représentent les sommes de carrés « Entre groupes », les termes A les sommes de carrés « Total ». Remarquons que nous avons :

$$a_y = \sum_{i,j=1}^{p} b_i b_j a_{ij}$$

ce qui s'explicite par :

$$b_1^2 a_{11} + b_2 a_{22} + \cdots + 2b_1 b_2 a_{12} + \cdots + 2b_{p-1} b_p a_{p-1,p}.$$

Nous avons également :

$$A_y = \sum_{i,j=1}^{p} b_i b_j A_{ij}.$$

Posons $\emptyset = \frac{A_y}{a_y}$. Si nous remarquons que :

$$F = \frac{1}{\emptyset - 1} \cdot \frac{N - p - 1}{p}$$

F maximum entraîne $\emptyset$ minimum.

Il suffit de dériver l'expression de $\emptyset$:

$$\emptyset = \frac{\sum b_i b_j A_{ij}}{\sum b_i b_j a_{ij}}$$

successivement et partiellement par rapport à $b_l \ldots b_p$ pour obtenir p équations :

$$\frac{\partial}{\partial b_i}\left(\sum b_i b_j A_{ij}\right) \sum b_i b_j A_{ij} - \emptyset \sum b_i b_j a_{ij} \frac{\partial}{\partial b_i}\left(\sum b_i b_j a_{ij}\right) = 0$$

$$i = 1 \cdots p.$$

Le système à résoudre est le suivant :

$$\begin{aligned}
&b_1(A_{11} - \emptyset a_{11}) + b_2(A_{12} - \emptyset a_{12}) + \cdots + b_p(A_{1p} - \emptyset a_{1p}) = 0\\
&b_1(A_{21} - \emptyset a_{21}) + b_2(A_{22} - \emptyset a_{22}) + \cdots + b_p(A_{2p} - \emptyset a_{2p}) = 0\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
&b_1(A_{pl} - \emptyset a_{pl}) + b_2(A_{p2} - \emptyset a_{p2}) + \cdots + b_p(A_{pp} - \emptyset a_{pp}) = 0
\end{aligned}$$

Pour satisfaire cet ensemble d'équations, il faut que le déterminant Δ formé avec les coefficients des termes b soit nul. Il faut résoudre une équation du p^{eme} degré. Une méthode, due à M. ARNOUX de la Station Centrale de Recherches Zoologiques de Versailles, consiste à obtenir une valeur approchée de $\emptyset$ ($\emptyset > 1$). $\emptyset$ est inférieur à tous les rapports $\frac{A_{11}}{a_{11}} \ldots \frac{A_{pp}}{a_{pp}}$

En calculant Δ par la méthode du pivot (3) il est possible de trouver 2 valeurs de $\emptyset$ entre lesquelles Δ change de signe et d'obtenir par approche le $\emptyset$ pour lequel $\Delta = 0$ ($\emptyset$ doit être le plus voisin de 1 possible). Le système est alors indéterminé, mais si nous posons $b_1 = 1$, nous obtiendrons $b_2 \ldots b_p$ au moyen des p-1 équations restantes. Les valeurs b doivent vérifier la p.^{eme} équation (vérification).

Nous pouvons ainsi observer s'il existe entre les populations des différences significatives ou non et calculer les moyennes y pour les populations. L'erreur standard sur une moyenne sera, pour la population 1 par exemple :

$$t_{(n_1 - 1)}\sqrt{\frac{a_y}{(N - p - 1)n_1}}.$$

Bien que ce test ne soit sans doute pas entièrement correct, il est possible d'établir un tableau de signification.

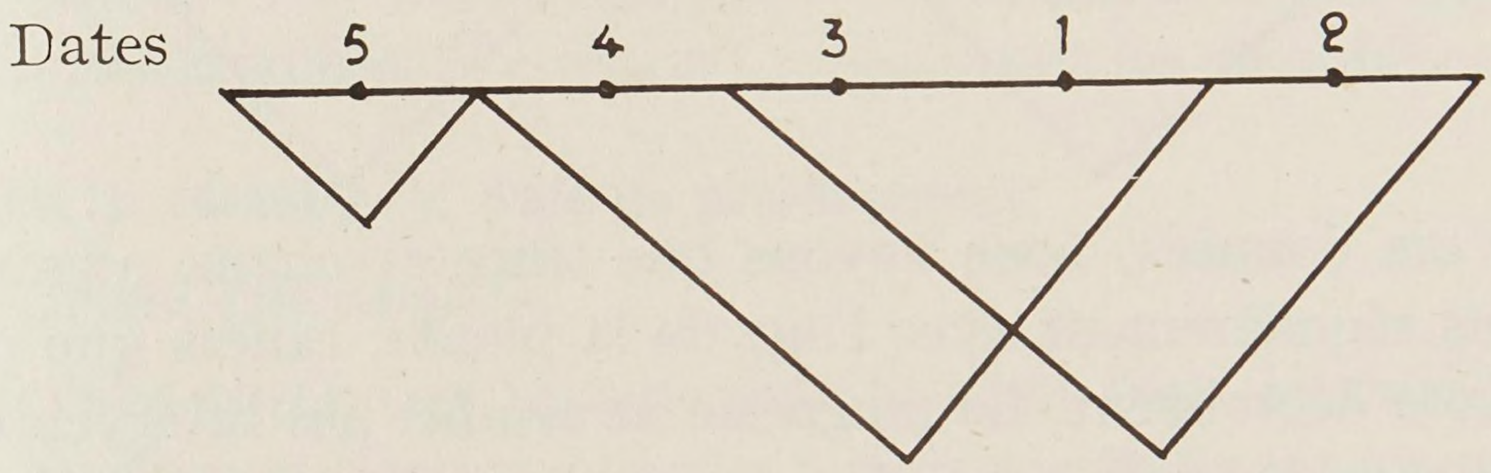
BLÉS

Les dosages effectués portent sur 5 éléments chimiques. SiO_2 — CaO — MgO — K_2O et N exprimés en p. 100 de la matière sèche, sur 5 variétés : *V 27, Yga, Cappelle, Hybride 40 et Marival* et sur 5 dates de prélèvements. L'analyse de la variance de cet ensemble considéré comme essai factoriel est la suivante :

Effets	Degrés de liberté	Variances	F
Eléments minéraux.....	4	267,5	significatif
Dates de prélèvement...	4	3,08	12,2 sign. à 0,01
Variétés.....	4	0,32	1,2 nsn sign.
Eléments × dates.....	16	5,34	21,19 sign. à 0,01
Eléments × variétés....	16	1,11	4,40 sign, à 0,01
Dates × variétés	16	0,53	2,11 sign. à 0,05
Eléments × dates × variétés (erreur)	64	0,252	
Total	124		

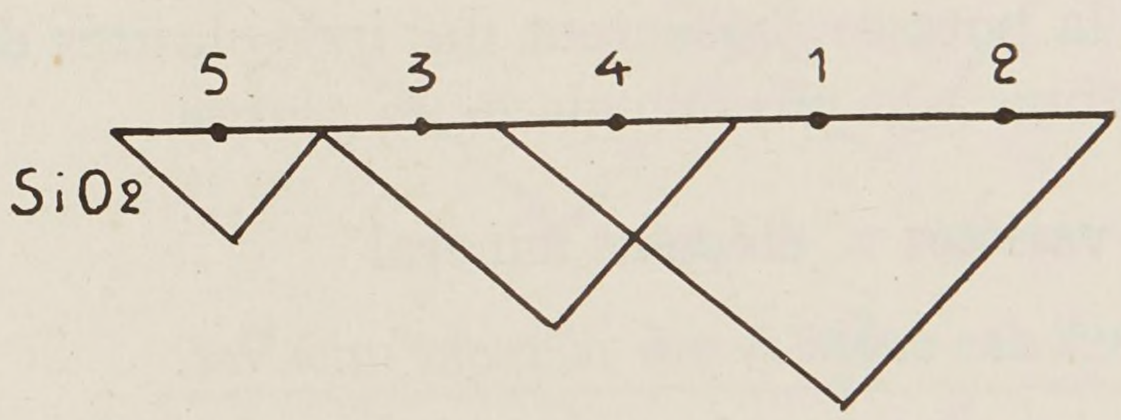
Les variétés ne présentent aucune différence significative. Elles se comportent différemment cependant pour l'absorption des éléments minéraux pris dans leur ensemble (interaction dates × variétés) et pour leurs teneurs moyennes en éléments minéraux (interaction éléments × variétés). L'absorption des éléments minéraux dans le temps, dans l'ensemble des 5 variétés étudiées est différente selon les éléments considérés. Établissons donc les tableaux de signification, désignant par 1, 2, 3, 4, 5 les dates de prélèvements.

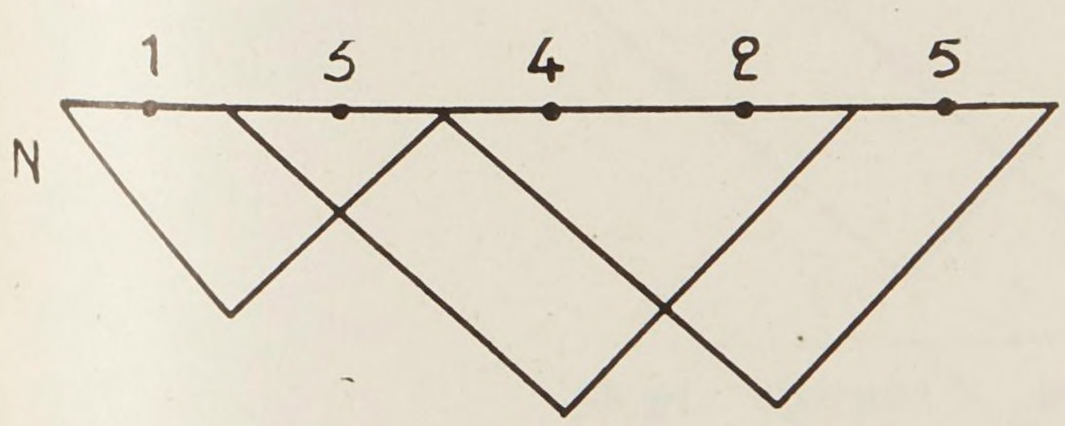
Dates : plus petite différence significative 0,296.

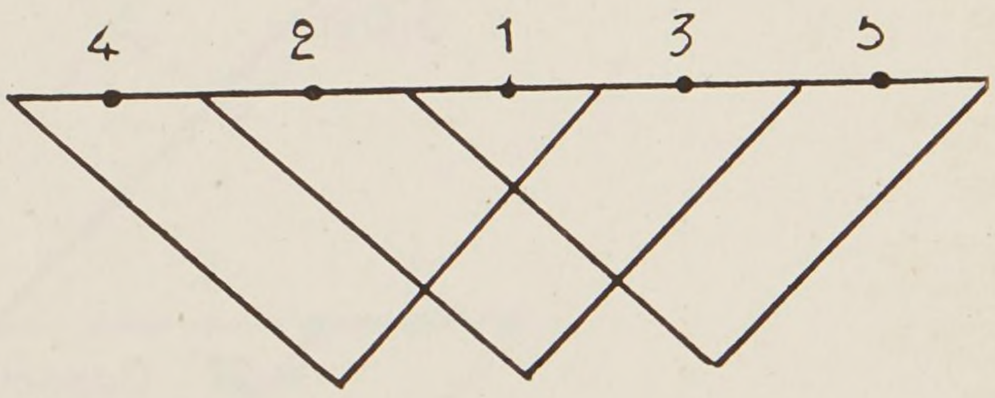


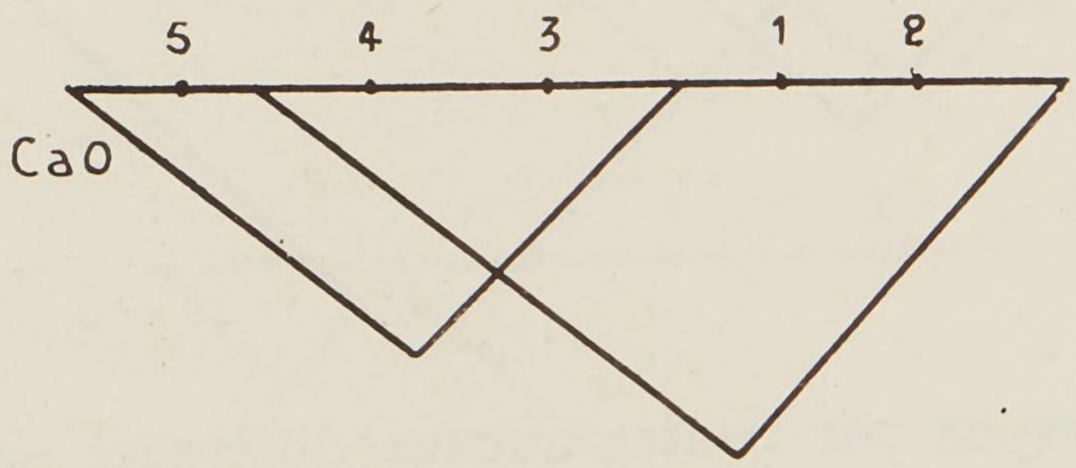
Interaction dates × éléments minéraux.

Voici les tableaux de signification pour SiO_2, N, K_2O, CaO.





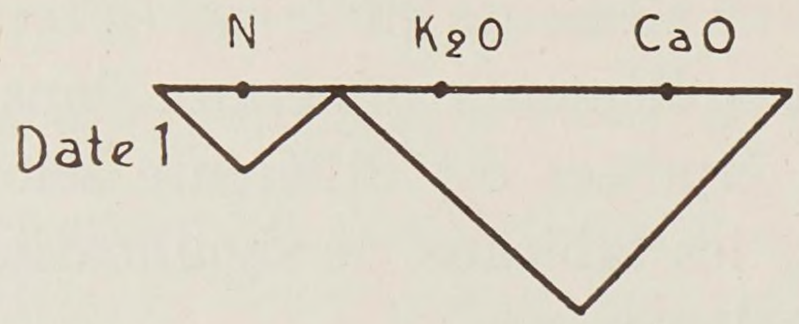


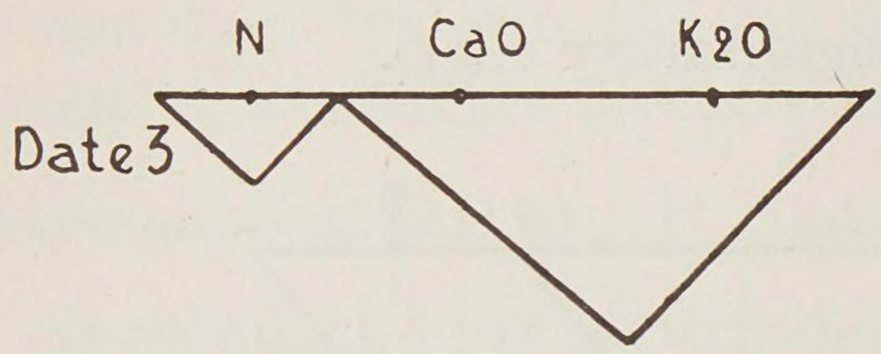


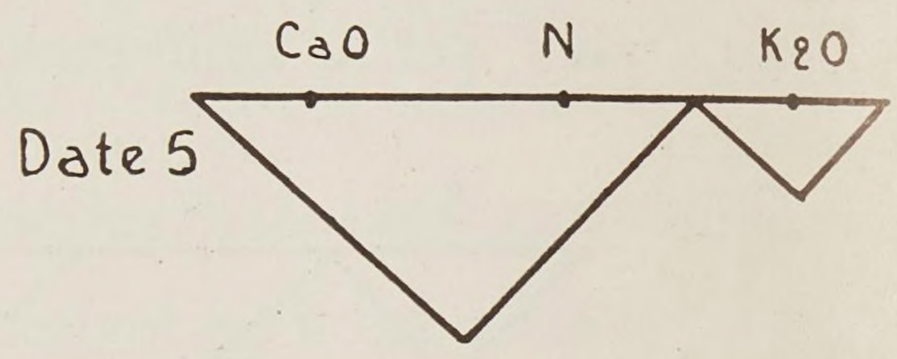
pour MgO, il n'existe pas de différence significative.

Si nous prenons l'interaction dans le sens : éléments minéraux par

date de prélèvement, nous obtenons les significations suivantes, pour N, K_2 O, et CaO, en excluant les dates 2 et 4 qui ne présentent aucune différence significative.



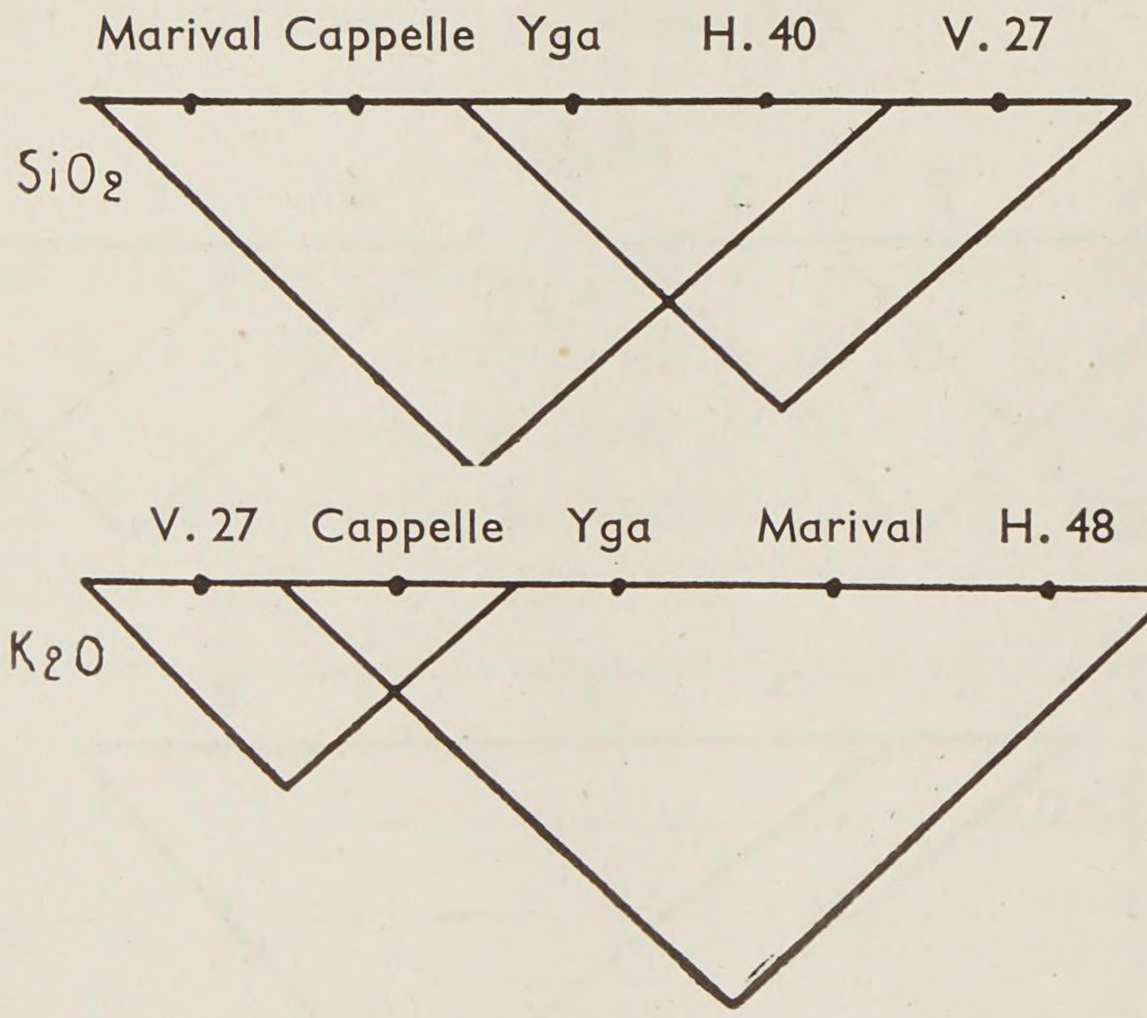




D'après ces données, nous voyons que silice et chaux augmentent plus ou moins régulièrement avec l'âge de la plante, tandis que potasse et surtout azote décroissent. La magnésie ne semble pas intervenir significativement, sans doute à cause du manque de précision statistique des calculs. Remarquons que chaux et potasse ne diffèrent significativement que chez le végétal âgé $CaO > K_2 O$. Nous pouvons donc suggérer que l'absorption de la silice et de la chaux semble passive, tandis que celle de l'azote et de la potasse présentent des irrégularités dues à une participation plus intime à la physiologie de la plante.

Interaction variétés × élément minéral

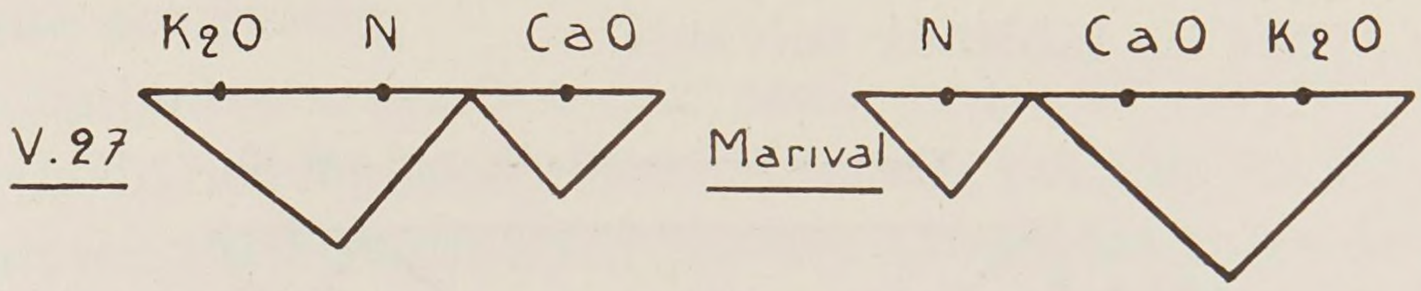
a) Classement des variétés par élément minéral.



Nous n'observons par contre aucune différence significative avec N, Ca O, MgO.

b) Classement des éléments minéraux par variété (en excluant Si O_2 et MgO).

Nous n'observons aucune signification pour *H 40*, *Yga et Cappelle*. Voici les tableaux de signification pour *V 27 et Marival*.

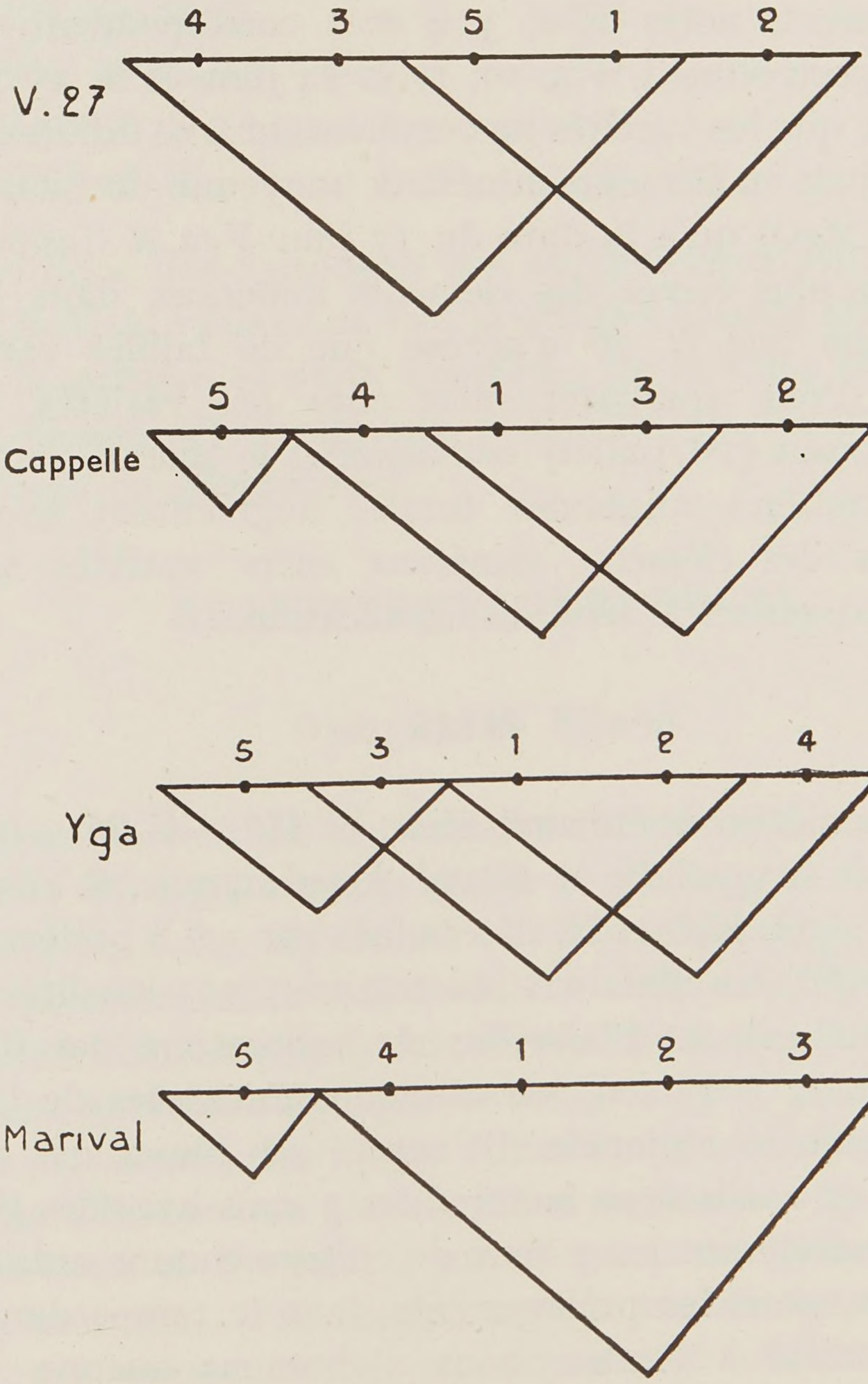


Seuls *V27 et Marival* offrent des différences pour la potasse, la chaux et l'azote, *Marival* étant significativement plus pauvre en potasse que *V27*. Silice et potasse sont les seuls éléments qui puissent classer ici les variétés. *V27* est le plus riche en potasse et le plus pauvre en silice des variétés étudiées. *Marival et Cappelle* sont les plus riches en silice.

Interaction variétés × date de prélèvement.

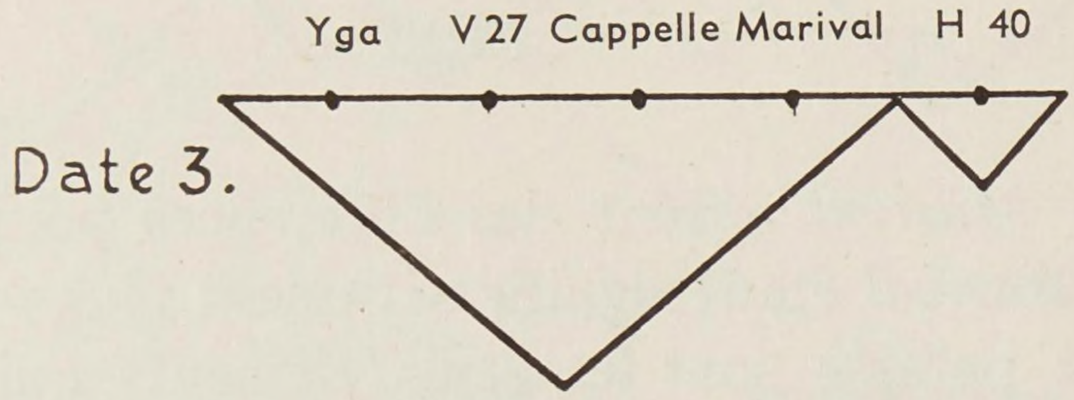
a) Dates par variétés.

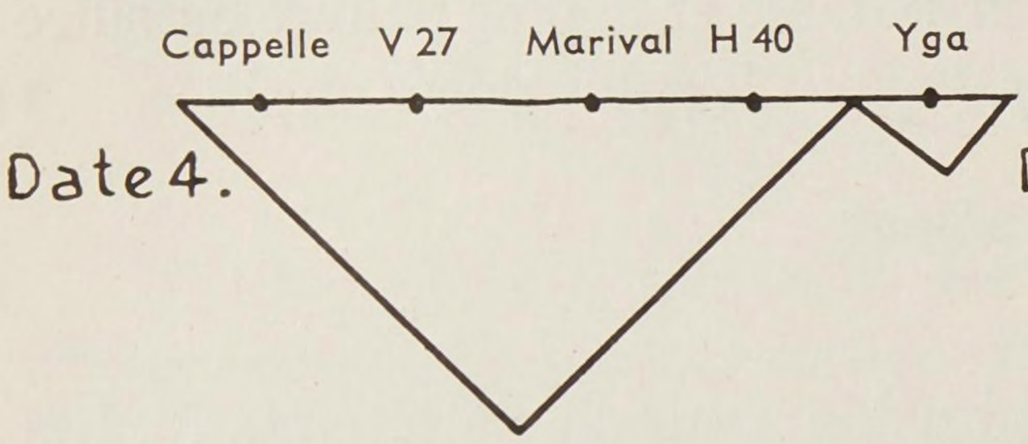
Nous n'observons aucune signification pour la variété *H. 40*. Les tableaux de signification pour les autres variétés sont les suivantes :

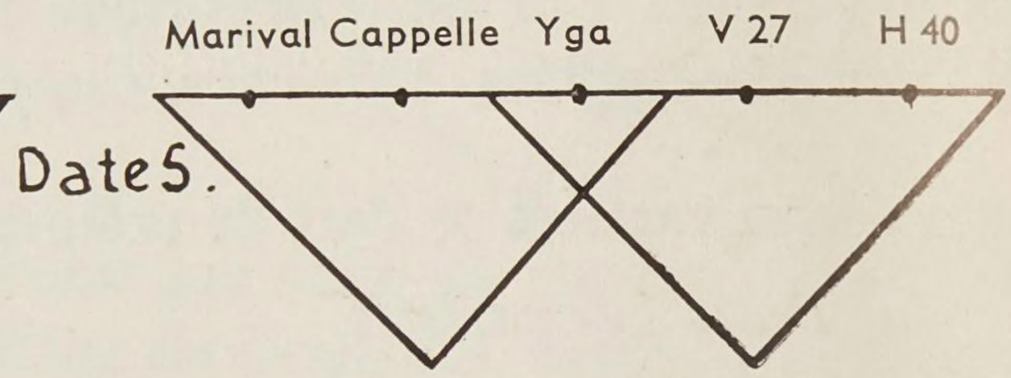


b) Classement des variétés par date de prélèvement.

Dates 1 et 2 : nous n'observons pas de signification. Pour les dates 3, 4, 5 nous avons les tableaux suivants :







Les semis effectués le 4 décembre 1951 ont levé le 2 janvier 1952. Les 5 prélèvements notés 1, 2, 3, 4 et 5 correspondent à la période d'épiaison, respectivement le 3, 10, 17 et 24 juin et le 1er juillet. Nous observons donc que les variétés ne commencent à se différencier, quant à leur teneur globale en éléments minéraux (moyenne de SiO_2 + CaO + N + K_2O + 10 MgO) qu'à la date du 17 juin *Yga et Cappelle* montrent une absorption plus élevée des éléments minéraux dans la feuille de référence, tandis que *H 40* n'accuse que de faibles variations, non significatives. Pour comparer entre elles les variétés, les derniers stades de l'épiaison (1er juillet) conviennent le mieux, résultat logique, puisque les matières minérales totales augmentent avec le temps. Les différences des éléments minéraux entre variétés se révèleront lorsqu'elles dépasseront le seuil de signification.

MAIS

Plusieurs variétés ont été analysées : *W 416 — U 65 — Ia 4 417 — W 692 — Étoile de Normandie* et *Grand Roux Basque*. L'analyse a porté sur SiO_2, CaO, MgO, K_2O et N, déterminés sur 5 à 8 prélèvements, selon les variétés. Enfin, les maïs ont été cultivés en 3 localités différentes : Station Agronomique, rue Blaise-Pascal, Laboratoire des Plantes Fourragères, rue Dufay à Rouen, sur alluvions anciennes de la Seine et à l'École d'Agriculture régionale d'Yvetot, sur limon des plateaux. Si nous groupons en essais type factoriel les 3 maïs hybrides *W 416*, *U 65* et *W 692* en considérant les 3 lieux de culture comme autant de répétitions, et en groupant les prélèvements dans le temps dont le nombre varie d'une variété à l'autre, nous n'obtenons aucune signification,

l'effet dont F est le plus élevé (1,63) est l'interaction. Répétitions (localités) × éléments minéraux ; il est non significatif. Nous ne pouvons donc tirer aucune conclusion.

Nous ne pouvons pas non plus analyser les différences entre variétés par la méthode des fonctions discriminantes, puisque les échantillons qui constituent ces variétés diffèrent par des dates différentes de prélèvement et ne forment pas dans leur ensemble une série de variates normales.

Nous pouvons cependant calculer quelques coefficients de corrélation entre éléments minéraux.

Chez *W 416* r entre SiO_2 et $K_2O = -0{,}419$ avec n = 20 degrés de liberté (limite de signification).

Chez *W 692* r entre SiO_2 et CaO = 0,671 avec n = 18 degrés de liberté. Significatif.

Pour l'ensemble des 3 variétés, nous trouvons des liaisons significatives (n = 58 degrés de liberté, avec r limite = 0,25 à P = 0,05).

Entre SiO_2 et CaO	r = 0,321
Entre SiO_2 et MgO	r = 0,273
Entre SiO_2 et K_2O	r = — 0,390
Entre MgO et K_2O	r = — 0,310
Entre K_2O et N	r = 0,321

Il existe donc des liaisons et des antagonismes entre éléments chimiques chez le Maïs, mais ce ne sont là que des liaisons statistiques : antagonisme de la potasse et de la magnésie, de la silice et de la potasse ; liaison silice-chaux, silice-magnésie, potasse-azote. Ne tirons pas de conclusions hâtives en généralisant.

GRAMINÉES FOURRAGÈRES

Dactyles — Fléoles

Les calculs portent sur les résultats cités dans la première étude par L. Hédin et J. M. Lefebvre, p. 36, 37 et 38. Rappelons que les analyses portaient sur N, P_2O_5, K_2O, CaO et SiO_2, utilisant comme feuilles de référence, la première feuille et la deuxième feuille sous l'épi. Nous prendrons ici la première feuille. Les Dactyles, cultivés à Versailles par M. Rebischung, représentaient un échantillonnage dans 7 écotypes, provenant de *Nîmes*, de la *région parisienne*, des *Vosges* et des *Pyrénées* (*Lannemezan* et *Pyrénées*, altitude 1 800 m et 1 300 m). Nous ne tiendrons pas compte ici des origines *Gavarnie* et *Pyrénées* 1 300 m qui sont représentées seulement par 5 et 4 individus. Par contre, nous comparerons aux Dactyles, la Fléole des prés représentée par une douzaine d'échantillons.

Les comparaisons seront effectuées par la méthode des fonctions discriminantes.

L'analyse de la variance, exprimée en sommes de carrés et de produits est la suivante, avec les variates X1 (SiO_2) — X2 (CaO) — X3 (K_2O) — X4 (N) — X5 (P_2O_5).

Origine	Entre groupes (*a*)	Dans les groupes	Totaux (A)
X_1^2	214,5974	147,2609	361,8583
X_2^2	13,5063	9,7287	23,2350
X_3^2	9,6895	9,0060	18,6955
X_4^2	16,6925	12,0177	28,7102
X_5^2	0,0162	0,2651	0,2813
X1 X2	25,9024	— 3,8268	22,0756
X1 X3	29,7322	1,3359	31,0681
X1 X4	31,7913	7,1484	38,9407
X1 X5	0,0239	— 0,2696	— 0,2457
X2 X3	1,0191	2,1699	3,1890
X2 X4	0,0365	— 2,7147	— 2,6782
X2 X5	— 0,2406	0,3975	0,1569
X3 X4	11,8572	— 1,0500	10,8072
X3 X5	0,0873	0,1424	0,2297
X4 X5	0,2646	— 0,0429	0,2217
Y	1874,5950	583,2382	2457,8332
		F : 31,5	
Degrés de liberté	5	49	54

D'après la théorie exposée plus haut, il faut trouver la valeur de Φ qui annule le déterminant symétrique.

$$| A_{ij} - \Phi\ a_{ij} | = 0$$

d'où (1) $\Phi = 1{,}311$, et en posant $b_1 = 1$, le système d'équations devient :

$$\begin{aligned}
5{,}5282\ b2 + 1{,}8530\ b3 - 2{,}7260\ b4 + 0{,}4723\ b5 &= 11{,}8824 \\
1{,}8530\ b2 + 5{,}9926\ b3 - 4{,}7376\ b4 + 0{,}1152\ b5 &= 7{,}9108 \\
-2{,}7260\ b2 - 4{,}7376\ b3 + 6{,}8263\ b4 - 0{,}1252\ b5 &= 2{,}7377 \\
0{,}4723\ b2 + 0{,}1152\ b3 - 0{,}1252\ b4 + 0{,}2601\ b1 &= 0{,}2770
\end{aligned}$$

Les solutions (1) sont :

$b1 = 1 \qquad b2 = 3{,}4039 \qquad b3 = 3{,}7257 \qquad b4 = 4{,}2596 \qquad b5 = -4{,}7157$

La fonction discriminante est donc :

$$Y = x1 + 3{,}4039\ x2 + 3{,}7257\ x3 + 4{,}2596\ x4 - 4{,}7157\ x5$$

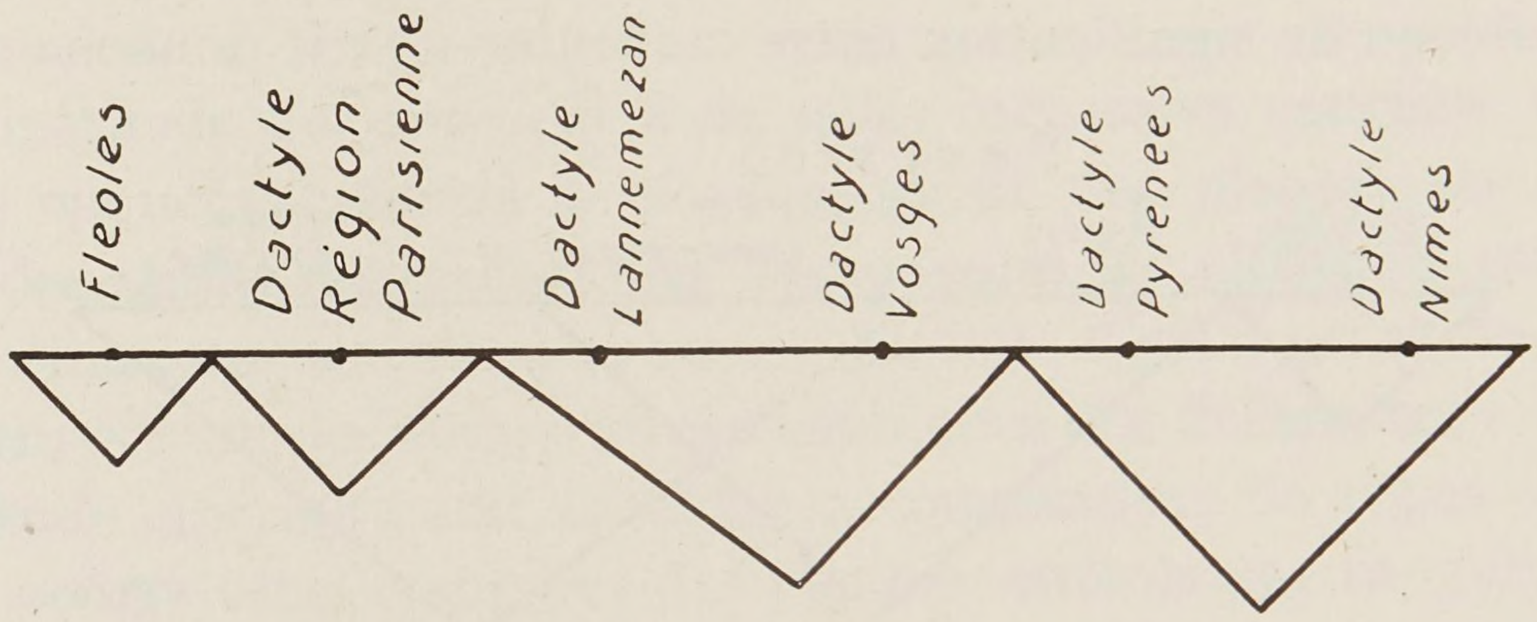
Dans cette comparaison, c'est la silice (variate x_1) dont le coefficient dans la fonction est le plus faible qui intervient le moins dans la comparaison des populations.

Le F : $\dfrac{\text{variance Y dans les groupes}}{\text{variante Y entre groupes}}$ est égal à 31,5 avec 5 et 49 degrés

de liberté. Il existe donc de grandes différences entre les populations en présence. Les moyennes et l'écart réduit de ces moyennes sont :

$\overline{Y}$ *Région parisienne* = 26,52 ± 1,99
$\overline{Y}$ *Nîmes* = 38,33 ± 2,62
$\overline{Y}$ *Vosges* = 33,11 ± 2,30
$\overline{Y}$ *Lannemezan* = 33,06 ± 2,44
$\overline{Y}$ *Pyrénées* = 37,93 ± 2,62
$\overline{Y}$ *Fléoles* = 22,58 ± 1,99

Le tableau de signification entre moyennes est :



Les Dactyles *Lannemezan* et *Vosges* se confondent. Les Dactyles : *Pyrénées 1 800 m* et *Nîmes* se rapprochent pour le diagnostic foliaire. Enfin, les Dactyles *Région parisienne* et les Fléoles forment 2 groupes à part.

Dans ce classement, nous remarquons que les Fléoles, espèce d'origine nordique, se caractérisent par une teneur moyenne en éléments minéraux plus faible, tandis que dans les Dactyles, les écotypes méridionaux ou montagnards, se caractérisent par une teneur en éléments minéraux plus élevée. La fonction discriminante exprime en effet directement la teneur en SiO_2, CaO, K_2O et N, éléments les plus abondants, mais diminue avec la teneur en P_2O_5.

Si maintenant, nous ajoutons dans la comparaison, les Dactyles analysés en 1952, *région parisienne et Nîmes* (SiO_2, CaO, K_2O, N, MgO), nous pouvons envisager une comparaison d'ensemble, en confondant ces 2 populations avec celles de même origine analysées l'année précédente, en ne prenant que 4 variates X_1 (SiO_2), X2 (CaO), X3 (K_2O), X4 (N). Le nombre de degrés de liberté se trouve ainsi accru, avec la précision d'ensemble.

L'analyse de la variance est la suivante (en sommes de carrés) :

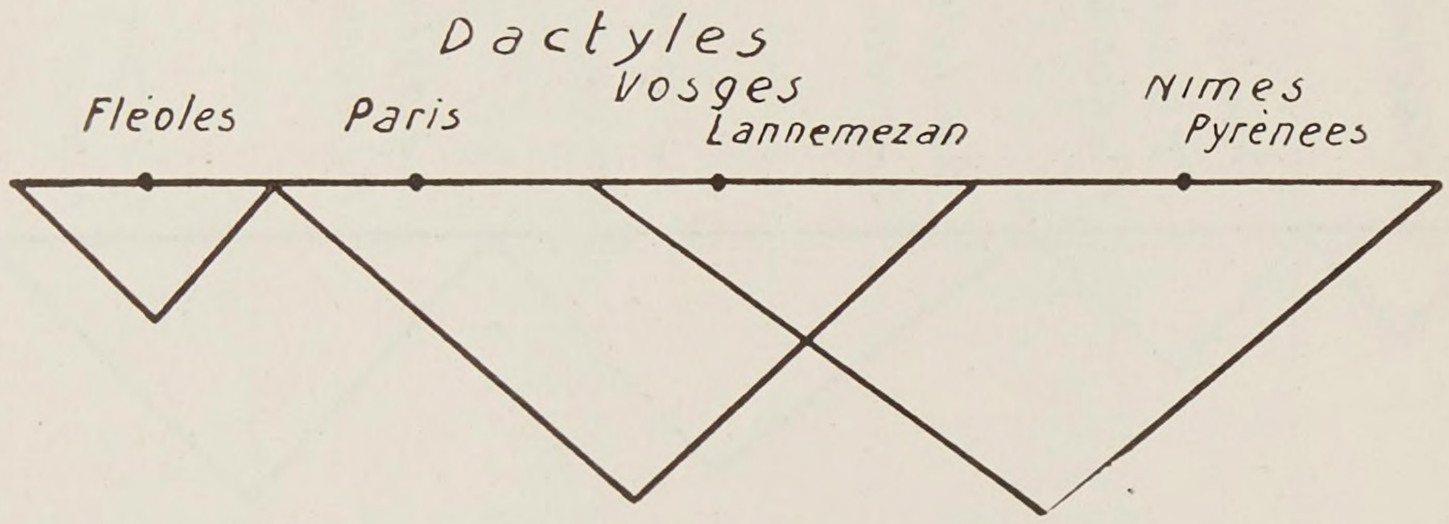
Variation	Entre populations (*a*)	Dans les populations	Total (A)
X_1^2	223,2236	331,9445	555,1671
X_2^2	12,4491	66,4763	78,9254
X_3^2	16,1787	46,7141	62,8928
X_4^2	26,6522	42,4682	69,1204
X_1 X_2	27,1990	— 33,9762	— 6,7772
X_1 X_3	21,3522	— 0,5717	20,7805
X_1 X_4	7,4534	— 15,1843	— 7,7309
X_2 X_3	2,5842	— 1,2176	1,3666
X_2 X_4	4,8991	2,9531	7,8522
X_3 X_4	19,0795	4,0905	23,1700
Y	704,5351	604,6033	1309,1384
Degrés de liberté	4	97	101

Nous trouvons $\Phi = 1{,}858$ et $b1 = 1$, $b2 = 1{,}1661$, $b3 = 1{,}4849$, $b4 = 2{,}1056$.

d'ou $Y = x1 + 1{,}1661\ x2 + 1{,}4849\ x3 + 2{,}1056\ x4$

$\overline{Y}$ *Région parisienne* $= 16{,}94 \pm 0{,}78$
$\overline{Y}$ *Nîmes* $= 20{,}21 \pm 0{,}998$
Y *Vosges* $= 18{,}77 \pm 1{,}66$
$\overline{Y}$ *Lannemezan* $= 18{,}77 \pm 1{,}77$
$\overline{Y}$ *Pyrénées 1800 m* $= 20{,}27 \pm 1{,}89$
$\overline{Y}$ *Fléoles* $= 11{,}52 \pm 1{,}44$

Le tableau de signification entre moyennes s'écrit donc :



Les fléoles forment toujours un groupe bien séparé. Les dactyles *Vosges et Lannemezan*, indistincts constituent un intermédiaire entre les écotypes : *région parisienne* et *Nîmes-Pyrénées*.

Les populations diffèrent principalement par leurs teneurs en potasse (x4, coefficient + 2,1056).

CONCLUSIONS

Cette étude montre les difficultés d'interprétation statistique du diagnostic foliaire. Elle met cependant en évidence l'existence de différences nettes d'accumulation d'éléments minéraux dans les feuilles de référence chez plusieurs espèces ou écotypes.

La meilleure précision dans ces comparaisons s'atteindrait par l'utilisation de feuilles relativement âgées où les différences spécifiques des rythmes d'accumulation des éléments minéraux s'accentuent au point de dépasser l'erreur expérimentale au sens statistique du terme. Si les méthodes utilisées ne permettent pas d'avancer des conclusions péremptoires, elles peuvent néanmoins nous indiquer les éléments minéraux les plus intéressants à utiliser chez telle ou telle espèce, K_2O et P_2O_5 chez les Dactyles, par exemple. Par l'emploi des fonctions discriminantes, nous pouvons rapprocher une population ou un écotype inconnu d'uné cotype utilisé dans une comparaison et nous faire peut-être une idée possible de son origine géographique. Nous observons chez les graminées les valeurs faibles de la fonction discriminante pour les origines plus nordiques (climat froid et humide) et les valeurs fortes pour des

climats à étés chauds et secs, différences qui se maintiennent par la culture dans un même milieu, et qui ne semblent pas fortuites.

IV. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Dans ces conclusions générales, nous examinerons rapidement les possibilités et les limites des recherches que nous avons entreprises pour caractériser chimiquement quelques « variétés » ou quelques écotypes de Graminées.

La méthode qui convient à de telles recherches consiste, dans une première enquête, à suivre le développement des plantes étudiées et à doser à des stades physiologiques bien repérés les éléments ou les substances chimiques servant à la caractérisation. C'est à ces stades que l'on comparera ensuite les compositions chimiques des différentes « variétés ».

L'étude cinétique doit précéder la comparaison de types entre eux.

On pourra ainsi comparer des plantes entières par rapport à tel ou tel acide aminé libre. Si l'on utilise des substances très communément répandues, comme les matières azotées totales (N × 6), la cellulose brute, la lignine, on aura souvent intérêt à caractériser les types examinés non pas pour une seule de ces substances, mais par le rapport de deux substances. C'est ainsi que dans un mémoire paru en 1954 dans ces mêmes Annales (Recherches sur les assolements fourragers et la production prairiale en Normandie) nous avons cherché à distinguer diverses luzernes françaises par le rapport $\frac{\text{mat. azotées totales}}{\text{cellulose brute}}$. Le taux de matières azotées totales dépend à la fois du pourcentage de feuilles et de la teneur de ces feuilles en azote.

Le taux de cellulose caractérise dans une certaine mesure le pourcentage de tiges et, pour un stade donné, un degré d'évolution de ces dernières.

De tels rapports ont une valeur agronomique qui n'est pas négligeable : il en est ainsi, par exemple, du rapport P/Ca.

Les présentes recherches avaient un objectif quelque peu différent. Les éléments chimiques auxquels nous nous sommes adressés, SiO_2, CaO, Mg_2O, K_2O, N, P_2O_5 sont très ordinairement répandus dans la plante, mais le taux de leur présence varie beaucoup avec l'organe considéré, de telle sorte que leur teneur dans la plante dépend en grande partie du pourcentage de feuilles, de tiges, de grains, lequel évolue avec le temps.

D'où l'intérêt qu'il y a à s'adresser à une feuille de référence. Nous avons pensé que pour une feuille prélevée au voisinage de la floraison, il était possible de définir une physiologie en utilisant des rapports bien choisis entre les divers éléments minéraux.

A l'inverse de ce que nous pensions, ces rapports physiologiques se sont révélés très variables au cours du temps.

Dans de telles conditions, il était nécessaire d'examiner statistiquement les données analytiques que nous avons recueillies à la suite de nos divers prélèvements.

Nous ne reviendrons pas sur les conclusions de cette étude statistique qui ne valent que pour les types étudiés.

Les techniques de dosage mises en œuvre, quoiqu'exécutées en série, sont assez longues pour limiter la valeur pratique de notre caractérisation.

L'emploi de procédés spectrographiques aurait ici un grand avantage dans la mesure où ils seraient assez précis.

Peut-être le dosage d'autres éléments ou d'éléments plus rares qu'on distribuerait à dessein dans les parcelles d'essais (B, Se, Cu par exemple) permettrait-il d'atteindre à une caractérisation plus commode.

Le seul mérite de ce travail est peut-être d'avoir tenté de poser le problème et indiqué la méthode pour le résoudre.

TECHNIQUES ANALYTIQUES

Dosage de : SiO_2, Cao, K_2O, N, P_2O_5. Se reporter au premier mémoire.

Dosage de MgO. — La méthode utilisée est une adaptation de celle indiquée par CHARLOT et BÉZIER (1).

Après blocage de Ca^{++} par le saccharose, le magnesium est transformé en hydroxyde de magnésium colloïdal qui adsorbe le colorant ajouté : jaune thiazol, avec une coloration rose, dosable par colorimétrie.

Réactifs :

jaune thiazol à 0,05 p. 100 dans l'eau ;

NH_2OH HCl à 5 p. 100 dans l'eau ;

Saccharose à 5 p. 100 dans l'eau ;

NaOH N/1 ;

SO_4Mg étalon à 10 mg p. 100 cm^3.

Mode opératoire : Dans un ballon de 50 cm^3 on verse 10 cm^3 de la solution aqueuse obtenue après dosage de SiO_2, 5 cm^3 de saccharose à 5 p. 100, 1 cm^3 de chlorhydrate d'hydroxylamine, 1 cm^3 de jaune thiazol. On complète à 40 cm^3 en agitant, puis on ajoute 5 cm^3 de NaOH N/1 et complète à 50 cm^3. Une coloration rose apparaît.

Après une 1/2 heure de repos on passe au photocolorimètre au filtre vert (maximum de transmission 550 mμ).

On établit au préalable une courbe de comparaison avec du SO_4Mg étalon. La portion de courbe utilisable se situe entre 0,5 et 8 γ de Mg par cm^3 de solution.

Un blanc à l'eau distillée est fait dans les mêmes conditions.

La limite de sensibilité de ce dosage se situe aux environs de 0,1 γ de Mg par cm^3.

RÉSUMÉ

Le présent mémoire fait suite à un premier travail réalisé dans le but de caractériser chimiquement, à l'aide d'éléments tels que N,

P_2O_5, SiO_2, CaO, K_2O, MgO, divers Maïs, des Dactyles et des Fléoles des prés.

La dernière feuille, la plus récemment apparue est prise comme feuille de référence et les plantes comparées sont cultivées côte à côte dans des conditions aussi identiques que possible.

On a ainsi comparé des Blés, des Maïs et divers écotypes d'espèces prairiales, des Dactyles, le Fromental de Gap, *Alta Fescue*.

L'emploi de rapports physiologiques assez constants au cours du développement s'est révélé impraticable et pour comparer entre elles les « variétés » confrontées il a fallu examiner statistiquement l'ensemble des dosages faits sur des prélèvements réalisés au même instant dans une population ou sur des prélèvements effectués au cours du développement.

On a pu ainsi reconnaître l'existence de différences significatives dans la composition minérale de certaines « variétés ». Certains éléments minéraux sont plus utiles à cet égard : azote, chaux et potasse en particulier.

Des variétés et écotypes ont ainsi pu être caractérisés. Les écotypes des graminées fourragères cultivés sous un même climat, montrent des différences d'absorption minérale en accord avec leurs climats d'origine.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Sur l'analyse foliaire

(1) Hoagland (D. R.) et Martin (J. C.). — *Soil Science*, 1933, S, 1-32.
(2) Lundegarth (H.). — Die Blatt analyse (Leaf analysis, an anthorized translation par R. L. Mitchell, 1951, 176 p., 32 fig., Londres Hilger).
(3) Maume (L.) et Dulac (J.). — Diagnostic foliaire du blé à un âge physiologiquement déterminé ; *C. R. Acad. Sc.*, 231, 1034 ; 1950.

Sur l'examen statistique des résultats

(4) Denis Papin (M.) et Kaufmann (Cap. A.). — Cours de calcul matriciel appliqué. Paris, Librairie Albin Michel, 1951.
(5) Kendall (M. G.). — The advanced theory of statistics. Charles Griffin and Co Ltd. London, Vol. 1.
(6) Mather (K.). — Biometrical Genetics. The study of continuous variation. Methuen and Co. Ltd. — London, 1949, 162 p.

Sur les techniques analytiques

(7) Charlot (G.) et Bezier (D.). — Méthodes modernes d'analyse quantitative minérale (2e éd.) Masson et Cie éd., Paris 1949.

Une bibliographie plus exhaustive a été donnée a la fin du premier mémoire.

PLANTES FOURRAGÈRES-TYPES DES HAUTES-PLAINES ALGÉRIENNES : LEUR ROLE PARTICULIER EN PÉRIODE SÈCHE

PAR

CHARLES KILLIAN

Faculté des Sciences, Alger

I. — GÉNÉRALITÉS.

La statistique nous apprend qu'il existe, en Algérie, 40 millions d'hectares de parcours et de pâturages broussailleux, sur lesquels 15 à 20 millions seulement, formés de steppes semi-arides, sont effectivement pacagés.

On a calculé, d'autre part, pour les communes mixtes des trois départements, 3 640 000 ha de pacages broussailleux et de parcours sur lesquels paissaient, en 1952, 2 255 980 ovins et 1 018 450 caprins, c'est-à-dire une bête par ha : on sait enfin, au point de vue financier, que la production fourragère n'entre que pour 40 milliards de francs dans le revenu total, soit 23 p. 100, chiffre bien faible par rapport à celui de la Métropole. Et pourtant l'accroissement démographique de l'Algérie se poursuit toujours, s'étalant sur une moyenne annuelle de 2,6 p. 100.

Le problème se pose donc de savoir comment on pourrait améliorer cet état de choses qui, tôt ou tard, menace de rompre l'équilibre entre l'homme et son milieu. Pour ce faire il faudrait, tout d'abord, pouvoir donner une plus value aux pâturages : le moyen le plus sûr d'y arriver est de les protéger contre l'excès d'exploitation, en les mettant en défens pendant une série d'années et de permettre ainsi la régénération de la végétation naturelle. Ceci a été réalisé, depuis 1947, sur 250 000 ha de parcours, dont 70 000 en 1952.

D'autre part, il faudrait savoir, avant tout, quelle est la capacité de chargement en bêtes, applicable à ces pâturages. Il faudrait, ensuite, établir sur combien de jours de pacage on peut tabler pour une telle surface. Or, suivant LAUMONT et GUEIT, ces questions sont absolument insolubles, non seulement d'une année à l'autre, mais même du début de l'année à la fin : en effet, parmi les plantes celles qui ont la plus grande valeur nutritive sont les espèces annuelles : or leur apparition et leur quantité étant déterminées uniquement par les conditions météo-

rologiques momentanées, leur abondance ne peut être retenue comme critère de la potentialité de production d'un parcours. Et même pour les plantes vivaces la quantité produite est trop variable, de place en place, en rapport surtout avec l'état de pacage de la surface utilisée. (Avant ces auteurs, *Bentley* et *Talbot* (travail non cité) étaient d'ailleurs arrivés, pour les pâturages de Californie, climatiquement semblables à des conclusions exactement pareilles).

En résumé, la forte variabilité de la quantité fourragère des Hautes-Plaines algériennes est déterminée surtout par la rigueur du climat ; elle a comme effet de restreindre à un minimum leur utilisation intégrale : par suite des gelées en hiver, qui débutent en janvier, au plus tard, et se poursuivent jusqu'en mars, et de la sécheresse précoce, qui peut s'installer dès le mois de mai, les possibilités de pacage intensif du fourrage tendre ne dépassent pas deux mois à deux mois et demi.

On ne connaît, en effet, sur toutes les Hautes-Plaines algériennes, aucune espèce qui puisse se maintenir, en pleine vigueur végétative, du printemps à la fin de l'été ou de l'automne, et assurer l'alimentation du bétail, comme par exemple les Graminées pérennes des pelouses françaises. Cette instabilité du fourrage qui est particulièrement prononcée à l'époque où les pluies sont rares, a, de tout temps, contraint les bergers au nomadisme. La transhumance de leurs troupeaux en été est devenue une nécessité biologique, impossible à supprimer. Le nomadisme s'est imposé même en hiver, où souvent les parcours de la zone saharienne sont plus riches que ceux des Hautes-Plaines.

Cette pauvreté en fourrages des Hautes-Plaines algériennes est due non seulement aux rigueurs du climat, mais elle est aussi en rapport avec l'extrême rareté des points d'eau qui n'a pu être modifiée, malgré les efforts considérables déployés à ce sujet ; c'est précisément autour de ces puits que la surcharge des pâturages entraîne les pires conséquences, par suite du piétinement perpétuel du sol qui démolira la faible quantité de végétation présente ; elle sera suivie, sur le pas, par un autre fléau qui est l'érosion pluviale et éolienne : tout gain en puits sera annihilé par une perte en surface pâturable.

D'autre part l'augmentation rapide du cheptel pendant les années à pluviosité suffisante aura une conséquence fatale : si, après des années d'abondance les pluies tardent à tomber et que la sécheresse estivale s'étende au delà du mois de janvier, il en résultera une véritable extermination des espèces palatables ; seules les espèces non comestibles seront ménagées et, en fin de compte, il ne subsistera que les espèces toxiques. Je cite comme exemple *Cleome arabica* et surtout *Thapsia garganica* (Bou nefa) qui, au Mzab, par exemple, constitue l'emblême d'un pays à pâturages ruinés.

Quant aux bonnes espèces annuelles, dans l'impossibilité d'atteindre

leur floraison et leur dissémination, elles vont se raréfier progressivement pour être remplacées, finalement, par des espèces non palatables aux ovins : tel est le cas de *Malva microcarpa* (Khoubeiz) qui forme de véritables prairies vertes, mais totalement inutilisables.

Après les mois de mars, avril et mai, caractérisés par leur richesse fourragère (1), l'alimentation des troupeaux sera donc chroniquement déficitaire et la pénurie ira en s'aggravant jusqu'aux premières pluies d'automne. Les pluies d'orage, lorsqu'il en tombe, n'y apportent aucune amélioration et ne garantissent en rien un bon rendement des pâturages pendant les mois qui vont suivre. Au contraire, elles peuvent être particulièrement néfastes, lorsqu'elles stimulent la germination prématurée des graines, en particulier celle des Légumineuses fourragères. Dans la suite leurs plantules seront fatalement victimes de la première sécheresse automnale, ou, lorsqu'elles subsistent, seront trop affaiblies pour supporter l'excès de lumière de l'arrière-saison estivale.

Or les troupeaux, ainsi obligés de chercher leur subsistance dans un milieu climatique moins extrême, ne trouveront leur ravitaillement assuré qu'à la fin de la saison, c'est-à-dire en juin et en juillet, principalement sous forme de graines, accumulées au fond des champs dénudés ; y contribuera, de même, une végétation spontanée d'espèces annuelles, apparue après le fauchage : mais la qualité de ce nouveau régime sera plutôt médiocre, parce que la flore des espèces spontanées des jachères est toujours maigre et surtout parce qu'elle n'est pas améliorable.

Ce mode très particulier de pacage en jachère n'est d'ailleurs praticable que sur une bande étroite, c'est-à-dire là où la culture des céréales n'est plus rentable. Plus au Nord, partout où la pluviosité dépasse 300 mm et où les possibilités culturales s'améliorent, le pacage en jachère présente de sérieux inconvénients pour les agriculteurs ; mais il profite aux troupeaux qui engraissent régulièrement d'après l'expérience des éleveurs.

Le pacage en bordure des Hautes Plaines étant ainsi, dès le mois de juin, réduit aux chaumes et fourrages naturels, la question se pose à nouveau, de savoir s'il existe des plantes, dans la steppe, qui pourraient apporter un supplément de nourriture aux troupeaux, affamés pendant la période de disette.

(1) Par année normale apparaissent ainsi, en mars-avril des quantités de *Composées* de haute valeur fourragère, telles *Evax pygmæus* (Tamina), *Filago spathulata* (Ettounia), puis surtout des Crucifères : *Eruca sativa* (Djerdjir), *Savignya longistyla* (Goulglan), *Crambe Kralikii* (Gamhat el Hadjla), *Diplotaxis simplex* (Jerjir), *Morettia canescens* (Habala) etc. Puis, citons parmi les représentants des autres familles la Papaveracée *Rœmeria hybrida* (jurat ma fatna) et une *Resedacee* appelée « drenbal ».

Ce sont encore les Composées qui, en mai, augmentent le plus en nombre. Je cite : *Launea mucronata* (Meker), *L. acanthoclada* (Roukem), *L. glomerata* (Harchia), *Lœfflingia hispanica* (Bouirka), *Matricaria pubescens* (Boucbicha) ; puis j'ai noté une foule d'autres espèces intéressantes : *Hedypnois cretica* (Bazoul naja), beaucoup d'*Erodium* (Regm), *Melitots* (Henina), auxquelles s'ajoutent des espèces pénétrées du Sahara, telles *Ephedra alenda*. Toutes ces plantes, parfaitement connues des autochtones, fournissent à leurs troupeaux une nourriture des plus variées.

II. — RESSOURCES VÉGÉTALES EN ÉTÉ

Passons en revue les ressources estivales en plantes pérennes des pâturages algériens, en nous limitant, bien entendu, à quelques types dominants.

Je me suis demandé si un apport sérieux à la nourriture du cheptel pourrait être fourni par la présence des fruits de Légumineuses qui, après un printemps relativement pluvieux, peuvent couvrir le sol en masses compactes. C'est ce que j'ai constaté, dès le mois de juin 1950, dans l'Ouest algérien (à El Aouedj) où j'ai trouvé des gousses de *Medicago denticulata*, dont 13 p. 100 avaient conservé leur faculté germinative, de *Medicago turbinata* avec 2 p. 100 et d'*Astragalus hamosus* avec 2 p. 100 de germinations. Or, à en juger, surtout d'après leur taux azoté (1,79 p. 100) et ensuite leur pourcentage en P_2O_5 (0,34 p. 100), en CaO (2,5 p. 100) et en K_2O (0,6 p. 100) auxquels s'ajoutent 73,2 p. 100 de fibres crues, ces matières ont une valeur nutritive juste suffisante ; mais elles semblent peu recherchées par les bêtes par suite de leur dureté. C'est d'ailleurs exactement ce que TRUMBLE a constaté en Australie.

C'est à El Aouedj aussi que j'ai pu faire une autre observation intéressante : en saison sèche les moutons recherchent activement certaines espèces persistantes qu'ils avaient dédaignées en période d'abondance : qu'il me suffise de citer comme exemple l'alfa, *Macrochloa tenacissima*, non utilisé en hiver, mais palatable de juillet à février, lorsque s'ébauchent ses inflorescences (1).

Même observation pour le *Sounnagh* (*Lygeum spartum L.*) qui devient comestible, surtout pour les *Bovidés*, au milieu de l'année, et qui se maintient ainsi jusqu'au mois de février. Mais, contrairement au *Macrochloa*, le *Lygeum* se dissémine par graines.

Mentionnons ensuite, parmi les ressources alimentaires d'été, particulièrement importantes, une autre Graminée, le Drin (*Aristida pungens*), très précieuse comme plante fourragère, mais trop localisée dans les dunes. Le drin produit des inflorescences comestibles en septembre qui se maintiennent jusqu'en février.

De toute façon nos deux premières espèces ont une valeur nutritive restreinte : un séjour trop prolongé des troupeaux dans les nappes alfatières peut leur faire perdre 15 à 20 p. 100 de leur poids, acquis en hiver.

Parmi les autres espèces pérennes, pouvant servir de nourriture de secours, mentionons le Chin (*Artemisia Herba alba*) qui a l'avantage de posséder des feuilles assez aqueuses pendant toute l'année et d'avoir une germination relativement facile ; en effet, sa dissémination artificielle

(1) Il en est de même en avril où la plante produit au centre de ses touffes des feuilles tendres qui a rendent palatable, mais pour peu de temps seulement.

a été pratiquée par les services de l'Agriculture, notamment dans les plats des banquettes.

Bien que son utilisation puisse commencer dès le mois de septembre, elle sera restreinte dans la suite : même en période d'opulence, au mois d'avril, les bergers ont l'habitude d'en éloigner les troupeaux, au moins pendant une partie de la journée : en effet la plante ne doit jamais être consommée en grande quantité, parce qu'elle est trop riche en huiles essentielles et en thymol qui peuvent intoxiquer les agneaux et nuire à la santé des moutons. A ce moment elle pourra servir, tout au plus, de dépuratif et d'antidote contre les maladies intestinales (1).

L'utilisation temporaire est de rigueur pour une deuxième espèce appartenant au même genre, le Dgouffet, *Artemisia campestris* ; cette plante est palatable depuis le mois de septembre jusqu'en février, mais devient subitement toxique en mars. A ce moment elle peut provoquer une maladie mortelle pour les moutons due à une intoxication intestinale, désignée par le nom de traff. De toute façon le Dgouffet a une valeur nutritive moins grande que le Chih ; sa présence peut même révéler un un début de dégradation du sol.

Parmi les autres espèces sous-frutescentes qui, en période critique, peuvent prolonger le séjour des troupeaux sur les pâturages des Hautes-Plaines on trouve une quatrième espèce de grande taille, buissonnante. C'est le « Guettaf », *Atriplex Halimus*, qui supporte une hausse de la salure du sol bien plus importante que les espèces précédentes.

Ce buisson peut être brouté modérément pendant toute la période estivale, à un moment où les autres végétaux ont leur feuillage desséché. Mais malgré sa multiplication, relativement facile par graines, les services agronomiques n'en envisagent pas la culture, en raison de sa valeur nutritive restreinte et surtout de la forte salure de son feuillage. Pourtant son extermination par les nomades qui se servent des troncs combustibles, serait bien regrettable, car elle peut toujours fournir un aliment de secours par période sèche.

Ceci n'est pas le cas de l'*Atriplex parvifolia* (gouteief) buisson prostré, sans valeur, parce que salé.

Dans cette catégorie « d'aliment secours » se classe également une autre espèce sous-frutescente qui a l'avantage d'être bien plus répandue que le Guettaf et qui couvre, en masses compactes, les plaines d'épandage limoneuses : c'est *Salsola vermiculata* (Ousrif). Elle est remarquable par son extrême résistance à la sécheresse et au surpâturage. Mais aussi peu que le Guettaf elle supporte une éradication systématique par les nomades.

A l'instar de l'Ousrif mais de moindre valeur nutritive, une quatrième

(1) Cette toxicité temporaire chez certaines plantes des pâturages a été décrite également pour l'Afrique du Sud (DYER). HENRICI l'a étudiée à fond pour le *Tribulus terrestris* (1953).

espèce sous-frutescente couvre en masses denses les sols limoneux, notamment des territoires situés au sud de l'Atlas Saharien : c'est *Haloxylon Schmidtii*, l'une des espèces appelées « Remeth » par les cultivateurs indigènes. Beaucoup moins palatable que le Chih elle sera consommée par les Ovins depuis le mois de novembre, mais la nuit seulement et pendant une partie de la matinée.

Dans cette même catégorie se classe une espèce très peu palatable, parce que extrêmement xerophytique : c'est le Chobrouk, *Noëa spinosissima*, qui se contente des sols pierreux les plus arides et erodés ; il est d'ailleurs palatable temporairement pendant quelques semaines seulement, en janvier-février, c'est-à-dire au moment où il forme des feuilles vertes et tendres. Tout le reste de l'année il est trop épineux pour nourrir les troupeaux. Même remarque pour *Atractylis caespitosa* (Gendorel), Composée sèche des pentes rocheuses qui n'est consommée qu'à l'état frais par les chameaux. Son analyse nous a montré d'ailleurs une richesse excessive en fibres, combinées à une pauvreté en matières minérales (K 1950).

Dans leur association on trouve fréquemment l'Ajrem (*Anabasis articulata*), typique des sols pierreux, bien plus palatable que les précédents, parce qu'il produit des pousses relativement tendres, dès la fin de février. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle il figure parmi les premières plantes à souffrir du surpâturage. Sa disparition est même un symptôme irrécusable d'une détérioration avancée des pâturages. L'Ajrem a, en outre, une qualité inestimable, celle de présenter une forte résistance envers les gelées, au même titre que le Chih.

Voilà donc une série d'espèces pérennes, susceptibles de procurer, en été aux troupeaux affamés un petit supplément de nourriture et d'être en même temps d'un rendement constant en période froide.

A côté d'elles il en existe d'autres, également de grande taille, mais dont la valeur alimentaire est faible ou nulle : tel est le cas de *Thymelaea microphylla*, spécialiste des dunes naissantes dont le nom arabe, Metnan rozan, indique son utilisation, en exclusivité, par les Caprins.

Au même genre appartient finalement une espèce qui n'est plus palatable du tout : il s'agit du *Thymelaea hirsuta* (le Mefr des autochtones), typique des stations les plus rocheuses et les plus érodées. J'ai révélé, dès 1950, son taux élevé de fibres (40,3 p. 100), son minimum de matières albuminoïdes et son déficit en matières azotées (0,33 p. 100) et minérales ; sa présence révèle d'ailleurs le dernier stade de dégradation d'un sol.

C'est le cas, enfin, du *Deverra scoparia* (Enza), Ombellifère aphylle des terrains rocheux et dénudés ; la profusion de tissus ligneux qui la caractérise en fait une espèce peu intéressante.

En ce qui concerne les espèces à port xérophytique qui garnissent les pentes des collines et qui, en raison de leur lignification, avaient, jusqu'en été, échappé à la dent du mouton, citons en particulier le Regi-

gue, *Heliantemun Lippii* et d'autres *Helianthèmes* désignés sous le nom collectif de Zefzaf mais surtout le Zâatan (*Thymus algeriensis*) réputé auprès des nomades comme l'une des plus remarquables espèces fourragères, de même le Chihaïa (*Teucrium polium*).

Toutefois ces espèces pérennes des pentes sont moins recherchées que celles des bas-fonds. On sait, en effet, que les animaux préfèrent de beaucoup les plantes dont la composition se rapproche le plus de celle des espèces herbacées et qui sont toujours moins fibreuses.

Mais quelle que soit la valeur alimentaire, moyenne ou faible, de ces espèces sous-frutescentes, elles présentent toujours un certain intérêt pour l'élevage : par leur enracinement profond elles protègeront très efficacement le sol contre l'érosion ; en outre elles offrent un excellent abri aux espèces annuelles, germant sous leur couvert ; nous y reviendrons tout à l'heure.

Avec cette flore des pentes contrastent les groupements des bas-fonds humides et profonds : ici se localisent les *Juncus* (Azelef) qui constituent un excellent pâturage pour les Bovidés.

III. — ANALYSES CHIMIQUES

a) Espèces pérennes

Les espèces pérennes dont il était question ont eu pour mes Recherches un intérêt plutôt personnel : ce sont elles, en effet, qui m'ont permis d'étudier de près l'action de la sécheresse sur leur composition chimique et, par conséquent, sur leur valeur nutritive ; une occasion unique, pour ces études, s'est présentée en 1952/53 où régnait, dès le mois d'octobre, et pendant toute l'année consécutive, une sécheresse catastrophique. Ces recherches ont été faites de 1952 à 1954 dans la réserve du Mergueb (route de Bou Sââda) et, à titre comparatif, dans celle de El Aouedj (arrondissement de Tlemçen), au cours du mois sec de juin 1950.

A ce même endroit j'ai pu révéler, en sus, la constitution minérale de certaines espèces dans des conditions *optima*, c'est-à-dire après une forte crue de l'Oued El Aouedj, causant une inondation des bas-fonds (octobre 1950) avec accumulation du détritus animal entraîné par les eaux.

En ce qui concerne la réserve du Mergueb je citerai, tout d'abord, les données pluviométriques recueillies à la station la plus proche (Ain El Hadjel à 10 km au N) (tableau I).

Passons à la technique utilisée pour mes dosages : les sucres ont été déterminés au Bertrand après triple extraction alcoolique, l'amidon sur le résidu après extraction au $CaCl_2$ concentré, par oxydation de l'iodure d'amidon, le K_2O au spectrophotomètre à flamme, le P_2O_5 colorimétriquement au réactif

de Lorenz, le CaO par précipitation avec l'oxalate d'ammonium, l'azote à l'appareil Wagner Parnas par entraînement de vapeur, l'azote protéique par différence entre l'azote total et l'azote soluble, et, enfin, les fibres crues après attaque à l'acide et à l'alcali.

TABLEAU I

Pluviomètrie AIN EL HADJEL 1952-53

1952	Octo. 1952	Nov.	Déc.	Janv. 1953	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct. 1953	Nov.	Déc.	Janv 1954
1		0,6			1,3	1,3		5,0								1,5
2				3,8							4,2	11,4		4,0	2,0	3,0
3			1,9	2,6				1,0								
4			0,3	3,7							2,0					1,0
5									3,2							
6		0,8														1,5
7		1,8						3,1	7,5							
8										4,1						0,2
9						4,2										
10																
11					1,0											
12																
13					6,0			3,2	2,0				3,0			
14						5,5										
15		1,5				15,0										
16		3,1										4,0				
17																
18			1,8													
19						7,1									2,4	
20	11,0								7,0				4,2	0,5	1,3	
21						0,1										
22	1,4															
23									28,7				3,0			
24						4,1								0,7		
25					3,1		1,5									
26															4,5	
27						2,9										0,2
28																
29																6,0
30															6,0	
31															2,5	
Totaux en mm	12,4	7,8	4,0	10,1	10,4	40,2	1,5	12,3	48,4	4,1	6,2	15,4	10,2	5,2	18,7	13,4

Dans ce relevé où seules les pluies tardives de mars, et celles, inefficaces, du mois de juin 53 atteignent la moyenne, la pluviosité totale était déficiente de 50 % sur la normale. Aussi la mortalité des troupeaux s'inscrit elle avec 20% de pertes en février et 57 % au mois d'octobre 1953.

Pour ce qui est, tout d'abord, du contenu des espèces palatables en matières *organiques*, à savoir hydrocarbonées et albuminoïdes, mes résultats d'analyse sont consignés dans le tableau II.

Il résulte de notre tableau que le taux des glucides solubles est faible (le pourcentage minimum étant de 3 à 4 p. 100 chez des sclerophytes australiens, selon WOOD), mais que les sucres non réducteurs dominent par rapport aux sucres réducteurs. Par contre l'amidon a disparu complètement.

Tableau II

Nature du sol (Mergueb) et Espèce	Époque	Sucres réducteurs	Sucres non réducteurs	Amidon	Azote protéique
Salsola vermiculata					
1° Sol pierreux....	Février 53	0,14	0,27	0	2,3
2° Sol sableux	«	0,20	0,90	0	2,2
3° Dépression de daya	Mars 53	0,10	0,18	0	—
4° Sol sableux	«	0,09	0,76	0	—
5° Daya.....	Avril 53	0	0,27	0	1,31
6° Sol salé.....	«	0	0,57	0	2,94
Artemisia Herba-alba	Avril 53	0,32	0,49	0	2,8
Anabasis articulata	Mai 53	0,35	0,83	0	0,90

On sait, en effet, qu'il existe, pour chaque espèce, une concentration critique de sucres, au-dessous de laquelle il n'y a plus formation d'amidon ; avec la hausse de la température cette concentration, critique pour la condensation des sucres en amidon diminue encore. Intervient, dans le même sens, une réduction du taux hydrique de la feuille (Wood).

Tous ces chiffres n'ayant, par ailleurs, aucun caractère spécifique, j'ai préféré les compléter par d'autres, relatifs aux matières minérales (tableau III).

Des dosages de ce genre avaient, en effet, fourni de bons résultats à Henrici pour estimer la valeur nutritive des Graminées du Transvaal ; je les ai utilisés, de même, dans mes premiers travaux sur les pâturages algériens (1948-1950).

J'ai signalé, ainsi en 1950, qu'aux taux faibles de l'acide phosphorique et de l'azote correspondaient souvent des pourcentages particulièrement élevés de fibres crues. Le cas du *Salsola vermiculata*, particulièrement rabougri sur sable, (échantillon 6), en fournit une preuve convaincante.

La comparaison, au même point de vue, entre les échantillons récoltés en période sèche et ceux, pris en période humide (n° 5-8), se révéla particulièrement instructive : on trouve ainsi, généralement, un excédent en fibres, mais régulièrement un déficit en P_2O_5 et aussi en N chez les plantes en période sèche. Seuls les échantillons d'*Atriplex*, récoltés dans la Sebka salée et humide de Nakra, font exception à cette règle.

Il appert donc, toujours à nouveau, que les deux éléments, P et Az, réfléchissent le mieux les conditions météorologiques dans lesquelles se sont développés les végétaux : d'autre part une abondance en P_2O_5 et une pauvreté en fibres qualifie toujours un sol de bonne qualité. Au

Tableau III

Espèce et Localité	Nature du sol	Époque et cond. météo.	P_2O_5	CaO	K_2O	N	Fibres crues
1) Salsola vermiculata (Mergueb)	Salé Gypseux Limoneux	Oct. 1952 sèche-resse (début)	0,18 0,15 0,20	2,08 2,5 4,6	2,0 1,53 1,14	0,7 1,08 1,7	13,7 6,5 6,7
	Pierreux	Février 1953	0,28	3,23	1,7	2,3	24,0
	Bas fonds de Daya Sablonneux	Avril 1953	0,08 0,09	1,72 2,1	2,2 2,33	1,6 0,87	20,1 86,5
2) Atriplex Halimus (Nakra)	Limoneux	Oct. 52 bord de Sebkra	0,37	2,2	3,12	1,6	32,7
3) Deverra scoparia Mergueb	Pierreux	Octobre 1952	0,15	1,9	1,56	0,5	28,3
4) Noëa spinosissima Mergueb	Pierreux	Mars 1953 per. sèche	0,27	4,1	1,76	1,9	76,8
5) Atractylis cæspitosa Mergueb	Pentes pierreuses	période sèche octobre 1952	0,22	2,58	3,9	2,1	28,0
Chabounia.....	dº	période humide février 1948	0,37	3,2	0,77	2,42	23,0
6) Thymus algériensis El Aouedj.....	Pierreux	période sèche juin 1950	0,25	2,0	0,98	1,5	58,2
Chabounia	Pierreux	période humide février 1948	0,38	4,28	2,28	2,5	28,8
7) Anabasis articulata Mergueb	Pierreux	période sèche mars 1953	0,07	9,3	1,6	1,3	18,5
Chabounia	Pierreux	période humide février 1948	0,21	6,2	2,5	2,43	11,6
8) Artemisia Herba-alba Nakra		(début de sé-cheresse) gypse oct. 1952	0,28	2,0	1,2	1,65	19,5
Mergueb.....		pér. sèche mai 1953	0,07	0,91	1,4	2,0	26,0
	Salé	période humide	0,38	1,9	3,1	2,2	10,5
Chabounia		période humide février 1948	0,57 0,46	2,52 1,68	0,1 0,97	3,92 2,47	14,2 18,1
Sebka salée de Nakra..		(Hodna) oct. 50 station humide	0,22	2,2	1,2	0,92	24

contraire, un minimum en P_2O_5 se trouve réalisé en été (comme l'avaient déjà constaté Henrici et ultérieurement Davies et ses collaborateurs).

Aucune relation de ce genre n'existe pour le potassium ou le calcium. Tout ce qu'on peut dire, pour ce dernier, c'est qu'il est toujours excé-

dentaire par rapport au taux calcique des plantes européennes : je l'ai signalé dès 1948.

Ces chiffres, relatifs aux cations, me semblent absolument probants et je n'ai cru devoir utiliser leurs quotients (le facteur $\frac{P^2O^2}{CaO}$ p. e.) qui, selon GREGORY et GOODALL, souvent n'ajoutent aucune nouvelle précision.

b) Espèces de petite taille et annuelles

Après l'étude des espèces pérennes, sous-frutescentes ou cespiteuses, j'en arrive à celle des espèces de petite taille et des annuelles.

Malgré leur forte diminution numérique au moment des premières chaleurs, ce sont elles, toujours, qui sont à la base de l'alimentation des troupeaux.

Il faut, en effet, avoir vu circuler inlassablement les bêtes affamées entre les touffes d'Alfa — qui n'ont pour elles aucune utilité — en quête des moindres brindilles vertes, pour comprendre l'importance basique des espèces annuelles.

Ce sont elles, toujours, qui leur fourniraient 60 p. 100 de l'azote et 78 p. 100 du P_2O_5 total absorbé (TRUMBLE).

Mais vouloir prétendre que les touffes d'Alfa n'ont aucun intérêt pour l'élevage des troupeaux, serait foncièrement faux.

En réalité leur importance est de nature plutôt indirecte, parce qu'elles sont à la base de la *formation des sols* : elles retiennent, en effet, dans leurs interstices des quantités plus ou moins grandes de sables éoliens qui, mélangées au sol, constituent un excellent substratum pour la germination des espèces de petite taille.

L'une des plus remarquables, parce que douée d'une haute valeur nutritive est *Plantago albicans*.

Apparue dès le mois d'octobre elle a, par année normale, un taux phosphorique et azoté très élevé (0,5 et 2,8 p. 100) — Chabounia 1948 — et, inversement, un pourcentage très faible en fibres (10,9 p. 100) et 14 % après léger broutement. J'ai déjà remarqué que cette espèce est particulièrement intéressante, parce qu'elle forme transition entre les vrais xérophytes et les très bonnes plantes fourragères à feuilles tendres (1949).

Cependant par année sèche, le pourcentage des phosphates baisse, (celui du CaO se maintient), et cette diminution est particulièrement accusée lorsque la sécheresse se combine à un broutement excessif, le minimum étant atteint chez les échantillons chétifs, toujours arrasés à nouveau (n° 5, tableau IV).

Ces échantillons surpâturés sont, en outre, souvent contaminés par de la terre adhérente et, de ce fait, constituent un danger mortel pour les moutons, par suite d'infections strongylosiques.

Tableau IV (1)

Plantago albicans

	Localité	Époque et cond. météorologiques	P_2O_5	CaO	K_2O	N	Fibres crues	Suc. réd.	Suc. non réd.	Amidon	Az. prot.
A/sécher.	Mergueb	Début séch. oct. 52	0,23	3,8	1,96	1,6	12,9				
		Après séch. fév. 53	0,14	3,6	0,39	2,1	30,7	0,10	0,06	0	2,1
		Après les pluies de mars 1953	0,24	1,62	0,10	1,7	27,9	0,35	0,51	0,2	1,69
		Après séch. avril 53 Ech. non brouté	0,08	3,3	1,2	1,9	21,6	0,35	0,18	0	1,83
		Echantillon brouté	0,07	2,0	0,78	1,2	32,1				
	El Aouedj	Après séch. juin 50	0,22	3,2	0,84	0,56	45,5				
B/cond. normales	Chabounia	Hiver norm. I. 48	0,5	3,96	1,8	2,8	10,9				
	El Aouedj	Octobre 1950	0,4	3,5	1,7	3,6					

Du fait, enfin, que le Plantain sera toujours brouté le premier, sa disparition, par année sèche, sera un symptôme infaillible d'un surpâturage ; sa réapparition, au contraire, indique une régénération rapide des pâturages (Boyko).

En résumé, chez l'Alma, les conditions météorologiques défavorables retentissent avec plus de netteté encore sur son taux phosphorique, azoté et le pourcentage des fibres que chez les espèces perennes, ci-dessus étudiées.

Il nous faut mentionner ici, parmi les autres colonisateurs des terres ensablées, une espèce annuelle qui est le Bechina (*Schismus barbatus*), Graminée de minime taille, mais d'une extraordinaire résistivité aux vents desséchants. Par hiver normal sa valeur nutritive est encore supérieure à celle de l'Alma et mieux : par année déficitaire elle renferme toujours plus de matières sucrées que toute Graminée xeromorphe, p. e. *Macrochloa tenacissima* (tableau V annexe) etc. (1)

Autre fait particulièrement important : cette richesse organique du bechina se maintient intacte, par hiver sec, jusqu'au moment de sa dessiccation finale (tableau V, éch. 2) non pas sa teneur minérale.

Malheureusement le bechina est de trop petite taille pour pouvoir fournir un apport substantiel aux troupeaux affamés.

Parmi les autres Graminées fourragères annuelles il nous faut mentionner le *Stipa tortilis* (Samââ). C'est lui qui colonisa, le premier, les surfaces surpâturées du Mergueb, conformément à ce que Challot avait trouvé au Maroc.

(1) Quelques analyses de lignine ont été pratiquées, comparativement à côté de celles des fibres crues chez le Plantain : ici leurs taux présentent un certain parallélisme avec celui des fibres qui est moins prononcé chez d'autres espèces.

(1) Les deux Graminées ont paru abondamment en février 1954 plus pluvieux (28 mn) que le début de l'hiver, alors que le plantain n'avait pas repris sa croissance.

Tableau V

Schismus barbatus

	Localité	Époque et cond. météo.	P_2O_5	CaO	K_2O	N	Fibres crues	Suc. réd.	Suc. non réd.	Amidon	Az. prot.
A/sécher.	Mergueb	Avril 1953 Séchant	0,37	5,06	1,96	3,7	13,3				
		Avril 1953 Éch. vert, mais séché	0,08	0,64	0,8	2,3	20,6	1,64	3,9	2,3	1,92
B/cond. nor.	Chabounia	Hiver normal (janvier 1948)	0,62	1,34	1,38	4,02	15,1				
ANNEXE(à titre de comparaison)											
Macrochloa tenacissima (feuilles jeunes, centrales)		janv. 53 (sec)	0,15	0,10	0,73	0,56	48,4	1,15	0,95	0	0,36

Vis-à-vis du Bechina cette herbe présente l'avantage d'être plus répandue et d'être de plus grande taille. D'autre part, elle a, du moins à l'état jeune, comme je l'ai déjà remarqué en 1950, une valeur nutritive supérieure à celle des Graminées xérophytiques (tableau VI), légitimant ainsi la qualification « graisse de moutons », que lui ont donnée les éleveurs.

Signalons ainsi que l'azote protéique, mesuré chez *S. tortilis*, est même supérieur à celui du plantain (tableau VI).

Tableau VI

Stipa

	Station	Époque et cond. météo.	P_2O_5	CaO	K_2O	N	Fib. crues	Suc. red.	Suc. non réd.	Amidon	Az. Prot.
Stipa tortilis A) Sécheresse	Mergueb	Séch. mars 1953	0,20	1,32	1,3	3,13	21,2	1,57	0,84	0	2,97
Stipa tortilis en fleurs	Mergueb	Séch. Avril 1953	0,05	7,1	0,61	1,3	27,8	0,52	0,52	0,9	1,09
Stipa pennata fleuri Sécheresse	El Aouedj	Pleine séch. Juin 1950	0,14	0,3	0,35	1,7	80,6				

Malheureusement son utilisation qui débute en janvier, et en février, ne se prolonge pas au delà du mois de mars. En effet, le Samââ cesse d'être palatable au moment même où apparaissent les premières ébauches de ses fruits térébrateurs : fixées dans les muqueuses stomacales elles peuvent y déclencher des inflammations dangereuses.

Cet inconvénient existe aussi chez les autres espèces de même genre,

par exemple le *Stipa pennata*, espèce perenne et en conséquence plus précoce que le Samââ. Pareillement aux autres Graminées, l'effet de la sécheresse se manifeste, chez lui, par une baisse de leur teneur phosphorique et azotée.

Une mention spéciale est due à une troisième Graminée, *Cynodon dactylon* (Nejem) qui est une espèce typiquement estivale, très puissante dans toutes les dépressions et ravinelles de pluie.

Son verdissement dépend essentiellement de la proximité de la nappe souterraine, coïncidant souvent avec les précipitations et peut se poursuivre jusqu'au mois de juin et même août, donc à une époque où toutes les autres plantes fourragères sont sur leur déclin.

En revanche cette plante, du moins ses organes aériens, sont très sensibles aux gelées.

J'ai déjà insisté, dans une de mes publications précédentes, sur la haute valeur nutritive du chiendent que mes récentes analyses n'ont pu que confirmer : son maximum en $P_2 O_5$ (0,9 p. 100) correspond, en effet, à ce qu'avait trouvé HENRICI, et son minimum est plus bas que le sien (tableau VII). Confirmation, de même, en ce qui concerne les chiffres élevés des protides (1).

TABLEAU VII

Cynodon dactylon

	Localité	Époque et conditions météo.	P_2O_5	CaO	K_2O	N	Fib. crues	Suc réd.	Suc non réd.	Amidon	Az. prot.
Cynodon dactylon. A) Sécheresse.	Mergueb	Éch. sec de l'année précédente 11/53	0,16	1,25	0,66	0,53	25,1	0,49	0,83	0	0,50
		Éch. sec de l'année précédente juin 53	0,5	0,35	1,04	1.03	73,0	0,6	0,18	0	0,68
		Éch. vert, après pluie avril 53	0,38	0,60	1,12	1,23	68,0	0,46	0,65	0	1,1
		Éch. en fleur après pluie juin 53	0,46	0,45		0,75	58,9	0,9	0,7	0,4	0,75
B) Conditions normales.	Charbounia	Hiver norm. 11/48	0,90	1,24	2,02	4,08	18,7				
ANNEXE											
Plante vassale : *Vicia biflora.*	Mergueb	Sécheresse février 53	0,15	2,7	2,5	4,1	16,7	0,48	0,41	0,0	3,6
(Sécheresse.)		Sécheresse avril 53	0,25	5,8	2,4	4,1	14,9	0,38	0,32	2,1	3,8

(1) Voir aussi Portuquese Forage. « Gen div. of anim serv., and husbandry stat. 1935 » où 4,1 % d'Az. a été trouvé chez *Cynodon*.

Il ressort du tableau ci-dessus que notre *Cynodon* à l'état normal (Ech. 5), comme toute autre Graminée, est pauvre en CaO, et contient particulièrement peu de fibres. Par période sèche ces dernières subissent une augmentation considérable, avec une diminution parallèle des matières minérales. Malgré tout les échantillons secs de l'année précédente peuvent conserver une quantité intéressante de phosphates, de sels potassiques, de sucres et de protides ; d'autre part les différences avec les échantillons, verdis après des pluies, ne sont pas très importantes, sauf pour les cendres qui sont de 1,3 p. 100 chez le matériel sec, de 9,7 chez les plantes vertes.

J'ai mentionné, dans ma publication précitée, que le système souterrain du Chiendent est extrêmement envahissant. Ceci nous explique pourquoi il produira rapidement une nappe de verdure, en surface, qui pourrait se comparer à une pelouse des pays extra-méditerranéens.

Ces pelouses, généralement confinées aux dépressions limoneuses, seront, bien entendu, particulièrement recherchées par les troupeaux. En dehors des réserves, elles sont les premières à souffrir du surpâturage et seront totalement rasées, au niveau du sol, par année déficitaire.

Mais l'intérêt du *Cynodon* ne se limite pas à sa valeur fourragère et à son pouvoir envahissant : par l'enfeutrement de son système souterrain il est, en sus, particulièrement qualifié pour protéger le sol contre l'érosion.

Son efficacité est rehaussée dans les bas fonds, là où il vit en commun avec le *Zizyphus Lotus* : grâce au concours de cet épineux il résiste victorieusement à l'envahissement de toute espèce étrangère et constitue, par année humide, de véritables fourrés. Dans l'une de ces « Dayas », au Mergueb, où la plante occupait tous les interstices du Jujubier, sa masse végétale avait atteint, en 1952, 60 cm de hauteur et s'était maintenue sèche pendant toute l'arrière-saison, jusqu'en automne 1953.

Dans ces conditions le *Cynodon* assure le rôle d'une véritable plante de couverture, conservant au sol une humidité, nettement supérieure à celle des alentours.

C'est au cours de l'année 1952-53, catastrophiquement sèche, que cet effet se fit sentir plus particulièrement. L'humidité, accumulée depuis l'année précédente, permit non seulement son propre verdissement, même après des pluies insignifiantes, mais profita aussi aux graines, placées sous son couvert ; il s'agissait, dans le cas particulier, des graines d'une Légumineuse, *Vicia biflora* (Djelbana).

Cette plante, adaptée aux conditions spéciales des bas fonds limoneux, s'infiltre, grâce à sa volubilité, partout entre les touffes humides du *Cynodon* et arrive ainsi à fleurir et à fructifier, même par année catastrophique (1953). Ce qu'il y a de plus remarquable : ses graines ont germé, encore en février 1954, donc après la sécheresse, grâce aux

Dans cette même daya j'avais révélé la présence de Composées, indicatrices des sols azotés et qui sont également douées d'une grande valeur nutritive. Je cite *Matricaria aurea* (Gartoufa), *Anacyclus valentinus* (Rbian) et *Calendula aegyptiaca* (Jemaira), déjà remarqué pour ses taux *azoté* et *potassique* élevés et sa faible teneur en fibres (1) ; or exactement le contraire se présente par saison sèche ; en témoignent les dosages exposés dans le tableau IX.

Tableau IX

Composées d'été

Espèce	Localité	Saison et cond. météo.	P_2O_5	CaO	K_2O	N	Fibres crues
Achilea santolina	*a*) El Aouedj	Plein été juin 50	0,22	2,4	0,76	1,4	69,4
	b) Chabounia	Hiv. norm. fév. 48	0,39	2,08	0,81	1,72	21,7
Anacyclus valentinus, sec	El Aouedj	Plein été juin 50	0,39	1,20	0,97	0,75	83,1
Kalbfussia mulleri (Mourar) en fruits	El Aouedj	Pl. sécheresse	0,25	3,2	0,65	1,34	77,9

La différence la plus frappante se manifeste dans un troisième groupe de Composées, des mêmes endroits, mais dosés après inondation de leurs stations par une crue d'oued (tableau X). Hausse importante de l'Azote, aussi du K_2O et du P_2O_5, baisse du taux des fibres.

Tableau X

Composées après inondation et par hiver normal

	Localité	Saison	P_2O_5	CaO	K_2O	N	Fibres crues
B/conditions norm.							
Centaurea Claryi	Chabounia	Hiv. norm. fév. 48	0,47	3,96	0,16	2,58	43,4
Tarraxacum lævigatum	El Aouedj	Après inond. oct. 50	0,40	2,51	4,1	3,92	42,5
Rhaponthicum acaule	El Aouedj	Après inond. oct. 50	0,42	4,0	3,5	4,62	66,1

Une mention spéciale est due à une Composée : *Anacyclus cyrtolepidioides*, apparue très tardivement, en avril, sur les terrains sablonneux du Mergueb. Cette plante est, malgré tout, assez riche en sucres réducteurs, mais pauvre en phosphates et en CaO, moyenne en fibres (tableau XI).

(1) Parmi les autres espèces, plus ou moins nitrophiles, je cite *Lamium amplexicaule*, *Marrubium vulgare* et *Adonis vernalis*.

TABLEAU XI

Anacyclus cyrtolepidioides

P_2O_5	CaO	K_2O	N	Fibres crues	Suc. réd.	Suc. non réd.	Amidon	Az. prot.
0,08	0,46	3,6	2,2	22,7	1,83	0,93	0	2,05

Signalons, finalement, dans les daya d'El Aouedj, la présence de nombreuses Légumineuses annuelles (ayant le nom collectif de nefel), et qui sont particulièrement réputées pour leur valeur alimentaire. C'est l'azote qui domine dans leurs cendres et qui leur donne une valeur fourragère, complémentaire à celle des Graminées. Mais il peut y avoir, également, hausse du P_2O_5 et du K_2O, lorsqu'on en fait l'analyse après des inondations en période hibernale (tableau XII, 2 et 3).

TABLEAU XII

Légumineuses en été, avec 2 témoins (après inondation)

Espèces :	Localité	Époque et cond. météo.	P_2O_5	CaO	K_2O	N	Fib. crues
A) Sécheresse Médicago en fruits	El Aouedj	Plein été Juin 51	0,12	4,6	0,84	2,0	77,9
B) conditions normales Médicago végétatif	El Aouedj	Ap. inond. Octobre 1950	0,66	2,45	3,1	4,84	11
Astragalus hamosus	El Aouedj	Ap. innond. Octobre 1950	0,56	2,8	4,2	5,34	—

Comme on sait, d'autre part, que ces *Légumineuses* exigent toujours un substratum bien plus riche que les Graminées on approuvera les conclusions de VAN DER PAAUW qui préfère le facteur « phosphates » dans les Légumineuses au facteur « rendement en substance sèche », lorsqu'il s'agit d'apprécier la fertilité d'un sol.

Dans un ordre d'idées analogue TRUMBLE propose d'utiliser les quantités relatives de *Légumineuses* et de *Graminées* pour indiquer le taux d'Az disponible, à condition toutefois qu'il n'y ait pas de déficit en $P_2 O_5$. Nous avons vu, dès 1949, que cette conclusion n'est pas valable partout.

Toutefois la présence, spécialement du genre *Medicago*, peut être considérée comme indicatrice d'une bonne terre.

Mais une fois disséminées dans un pâturage, mis en défens, ces espèces disparaîtront, malheureusement, tout aussi vite qu'elles ont paru, étant particulièrement recherchées par le bétail. (CHALLOT).

C'est encore un avertissement sérieux pour ceux qui ont comme charge d'améliorer les pâturages, mis en défens, de ne pas *trop troubler l'équilibre naturel entre les espèces palatables*.

J'insisterai, pour finir, sur le cas de certaines plantes annuelles, tout à fait particulières au Mergueb (T. XIII) : l'une, *Fagonia microphylla*, localisée sur les collines arides, réussit, en effet, à parcourir son cycle évolutif complet, même par année sèche. Mais vu sa forte lignification (71,2 p. 100 de fibres crues), sa valeur nutritive est nulle et son quotient P/Ca est en déséquilibre complet. L'autre (*Salvia verbenaca*), moins fibreuse, (36,1 p. 100) et par conséquent plus intéressante, peut se maintenir dans les bas fonds, mais cesse son accroissement après une sécheresse trop prolongée.

TABLEAU XIII

Espèces	Localité	Période et cond. météorologiques	P_2O_5	CaO	K_2O	N	Fibres crues	Suc. réd.	Suc. non réd.	Amidon	Az. prot.
Fagonia microphylla	Mergueb	Séch. fév. 1593	0,2	5,0	0,61	1,4	71,2	0,47	0,20	0	1,17
Salvia verbenaca	El Aouedj	Séch. juin 1950	0,23	2,5	0,98	1,8	36,1				

L'une des espèces annuelles les plus curieuses qu'il m'ait été donné d'observer au Mergueb, pendant l'année exceptionnellement sèche de 1953, est *Chenopodium murale*. Il s'agit d'une plante très tendre, mais non palatable, qui malgré la sécheresse, s'était maintenue localement, sur d'anciens reposoirs de moutons, grâce à leur surabondance en nitrates d'une part et grâce à son adaptation nitrophile de l'autre.

TABLEAU XIV

Espèce	Localité	Période	P_2O_5	CaO	K_2O	Az.	Fibres	Suc. réd.	Suc. non réd.	Amidon	Az. prot.
Chenopoduim murale	Mergueb	Séch. févr. 1053	0,29	1,8	10,0	3,6	5,9	0,4	0,3	0	3,1
«	Mergueb	Séch. mars 1953	0,19	1,24	9,8	4,06	22,4	0,61	0,44	0	3,85
Bassia muricata	Mergueb	Séch. mars 1953	0,37	2,25	5,0	1,87	21,4	0,6	0,99	0	

Mais contrairement à ce que l'on pourrait supposer, en suivant la doctrine classique, la riche fumure organique dont il jouissait n'a eu aucune action sur son taux phosphorique ; seul le pourcentage en K_2O avait subi une hausse énorme : on pourrait y voir une réaction *halophytique*, provoquée par l'accumulation des nitrates dans ces reposoirs. D'ailleurs le cas du nitrophyte *Bassia* (tableau XIV) confirmerait notre hypothèse. Cette même réaction, par ailleurs, est connue chez certains végétaux des terres très humifères.

Un dernier groupe de plantes fourragères, caractérisées par leur abondance, est celui des *Crucifères*.

Apparues tardivement, en mars, mais très envahissantes, elles couvrent de grandes surfaces, dès les premiers jours du printemps, notamment les endroits où la terre a été remuée, par exemple sur les banquettes, installées contre l'érosion ; de là elles envahissent à nouveau les terres ambiantes (« invaders » des pastoralistes anglais). Ceci d'ailleurs n'est pas d'un grand avantage pour la mise en défens des parcours, la valeur alimentaire de ces plantes, par suite de leur teneur en sénévols, étant très restreinte. En effet, consommées à l'état frais, les Crucifères causent souvent des troubles intestinaux. Mais à l'état sec, et débarrassées de tous leurs principes toxiques et vésicatoires, elles fournissent un certain apport aux troupeaux. Ce fait, d'ailleurs, se confirme pour d'autres plantes, toxiques à l'état frais, telles *Peganum Harmala* (*Harmel*) : séchée, en août, cette espèce peut fournir un aliment de secours, apprécié par les troupeaux en été.

RÉSUMÉ

1° Les pâturages algériens sont caractérisés, en été, par leur extrême pauvreté en fourrages, ce qui est dû à la sécheresse du climat ; y contribue la rareté des points d'eau qui, à la longue, entraîne l'extermination des meilleures espèces fourragères. En cette saison la transhumance, en vue du pacage en jachère, deviendra, par conséquent, de rigueur.

2° En effet, les Graminées pérennes, comme ressource estivale, ont une valeur nutritive très restreinte, de même les espèces sous-frutescentes telles *Artemisia Herba alba* et *A. campestris* (temporairement toxiques), *Atriplex Halimus*, *Salsola vermiculata*, *Haloxylon Schmidtii*, *Noëa spinosissima*, *Anabasis articulata* et d'autres ; ou bien elles ne sont pas palatables du tout, tels les *Thymelaea*.

3° L'analyse chimique de ces espèces montre un taux très réduit en glucides, nul en amidon, une extrême pauvreté en phosphates et aussi en Azote protéique, accompagnés d'une forte teneur en fibres crues.

4° Pourtant toutes ces plantes ne sont pas dépourvues d'intérêt, parce qu'elles contribuent à la formation de sols où germent des espèces de petite taille, mais de haute valeur nutritive telles *Plantago albicans* et surtout *Schismus barbatus*. Une autre espèce, très palatable, est *Stipa tortilis*, plus abondante que les précédants et colonisant les terrains, récemment mis en défens.

5° Une importante ressource de nourriture, en été, est fournie par *Cynodon dactylon*, très localisé dans les ravineaux et les dépressions.

Même sec il gardera une certaine valeur nutritive ; mais il est précieux également comme fixateur des sols et comme plante de couverture et, de ce fait, permet le développement, même par année sèche, d'espèces annuelles, extrêmement intéressantes, telles *Vicia biflora*.

C'est dans son association, consolidée par le *Zizyphus Lotus*, que vient ainsi se réfugier toute une série de Graminées tendres, connues des pâturages de France. On y trouve, en année normale, nombre de Composées de haute valeur fourragère ; leur dosage comparatif, en année sèche et en année humide, nous montre une forte dépression du $P_2 O_5$ et de l'Azote et une hausse des fibres, par la sécheresse.

6° En dehors de ces dayas, des annuelles, aptes à parcourir leur cycle évolutif entier, sont plutôt rares en période sèche. Je cite comme telle *Fagonia microphylla*, sans valeur nutritive ; d'autres réagissent à la sécheresse en se nanifiant (*Medicago denticulata*). Seul *Chenopodium murale* garde sa taille normale, parce que localisé sur les anciens reposoirs de moutons, grâce à son adaptation nitrophile. Signalons, enfin, les Crucifères, très envahissantes par année humide, très rares par année de sécheresse ; elles n'ont de valeur nutritive qu'à l'état sec.

Le présent travail doit être considéré comme première contribution a l'Étude Pastoral des Hautes-Plaines algériennes. Il sera suivi par d'autres mémoires, plus substantiels.

Pour terminer j'exprime mes sincères remerciements à Monsieur le Directeur du Paysannat qui m'a chargé de ces Recherches et à ses collaborateurs, dont surtout Monsieur Sauneron, conseiller agricole, qui en toute circonstance a facilité mon travail et mes enquêtes, avec un dévouement inlassable.

TRAVAUX CITÉS

BENTLEY (J. R.) et TALBOT (M. W.). — Efficient Use of Annual Plants on Cattle Ranges in the California Foothills. U. S. Dép. Agr. Wash. Circ. n° 870, 1951.

CHALLOT. — La restauration et l'amélioration des pâturages semi-arides au Maroc — *Revue forestière française*, 1952, p. 281.

CHAPMAN. — Leaf analyses and plant nutrition. *Soil. Sc.*, **52**, 1942, p. 64.

DAVIES GRIFFITH, SCOTT et KENNEDY. — The field and composition of the Mitchell grass Pasture. *Journ. Council Scient* and *Ind. Res*, Australia, 1938.

DYER. — Revue des ouvrages traitant de l'œcologie végétale dans les régions arides et semi-arides de l'Angola, du Sud-Ouest Africain, du Bechouanaland et de l'Union Sud-Africaine. *Unesco aride Zone Progr.* 1952.

MC GINNIES. — A report on the Ecology of the arid and semi arid areas of the United States and Canada. *Unescozone arid progr.* 1952.

GOODALL et GREGORY. — Chemical composition of Plants as an Index of their nutritional status. *Imp. Bur. Hortic and Plant Crops Techn.* Comn 17.

HENRICI (M.). — The phosphorus content of grasses in the Southern Transvaal highveld. 16 Rep. Dir. Vet. Serv. Union South Afr. 1930.

HENRICI (M.). — Mineral and food stuff analysis on grasses in Southern Transvaal Highveld 16 Rep. Dir. Vet. Serv. Union South Africa 1936.

HENRICI (M.). — Further nutrition studies on *Tribulus terrestris* Sci. Bull. nº 348 Dep. of Agric. 1953.

KILLIAN (Ch.). — Conditions edaphiques et réactions des plantes indicatrices de la région alfatière algérienne. *Ann. Agr.* 1948.

KILLIAN (Ch.). — Observations sur la Biologie des végétaux dans les pâturages mis en défens dans le Sud Algérien. *Ann. Inst. nat. Agr. Algérie,* 1949 (voir l'index bibl.).

KILLIAN (Ch.). — Nouvelles observations sur les conditions edaphiques et les réactions des plantes indicatrices dans les réserves des pâturages de la région alfatière algérienne. *Ann. Inst. Agr. Algér.*, 1950, T. V.

LAUMONT et GUEIT. — Quelques espèces de plantes fourragères, préconisées périodiquement en Algérie. *II Congr. Herb. Médit.*, Alger, 1953.

LAUMONT et GUEIT. — L'amélioration de la végétation naturelle fourragère en Algérie, *II Congr. Herb. Medit.*, Alger, 1953.

MIÈGE. — Plantes fourragères au Maroc, Rabat 1950 2e partie.

RICHARDSON (A. E. V.), TRUMBLE (H. C.) et SHAPTER. — Factors affecting the mineral content of Pastures *Counc. f. Scient. and Ind. Res. Bull.* 49, Melbourne 1931.

SALGUES (R.). — Études bioch. sur le comportement de quelques végétaux herbacés. *Rev. Gén. Sci. et appl.*, 1939, m. 215.

SALGUES (R.). — Le taux du phosphore dans les fourrages ou Légumineuses et des Graminées en années sèches et en années humides en sol calcaire et en sol siliceux. *Ann. Agr.* 1938, **8**, p. 325.

SHAPTER. — The chemical composition of certain pasture species at flowering and maturity. *Journ. Counc. Scient. and Ind. Res. Australia*, **8**, 1935, p. 187.

TRUMBLE (H. C.) et DAVIES (J. G.). — The role of pasture species in regions of winter rainfalls and summer drought. Jl *of the council of scientific and industrial research in Australia.* 1931.

VAN DER PAAUW. — Water relations in oats etc. *Plant and Soil.* 1949, p. 303.

WOOD. — The physiology of xerophytism in Australian plants. *Austr. Journal of experimental biology and medical science,* XI, 1933.

ANALYSE DU COMPORTEMENT EN CHAMPS D'ESSAIS DE QUELQUES VARIÉTÉS DE BETTERAVE SUCRIÈRE CULTIVÉES EN FRANCE (1)

PAR

J. MARGARA et H. TOUVIN

Station Centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes

INTRODUCTION

Depuis 1951, les essais effectués par le Laboratoire du Syndicat National des Fabricants de sucre sont de deux types :

D'une part, des essais de comportement sont destinés à porter un premier jugement sur la valeur commerciale des variétés.

D'autre part, des essais portant sur un nombre limité de variétés ont pour double objectif d'estimer le rendement, pour des conditions données, de variétés couramment cultivées en France et d'observer, si possible, l'influence des diverses conditions de sol ou de climat sur ces variétés.

Les résultats de ces essais ont été publiés chaque années par le Laboratoire du Syndicat National des Fabricants de Sucre et l'Institut Technique de la Betterave Industrielle.

L'objet de la présente étude est de dégager quelques conclusions de cet ensemble de données.

TECHNIQUE, MATÉRIEL, REMARQUES SUR L'INTERPRÉTATION STATISTIQUE DES ESSAIS

La méthode des blocs a été adoptée en remplacement de la méthode des couples, utilisée dans les essais des années antérieures.

Les essais étaient standardisés, afin de permettre une interprétation d'ensemble. Ils comprenaient 10 variétés, 6 répétitions, c'est-à-dire 6 blocs avec répartition au hasard des variétés dans chaque bloc. Les parcelles comportaient 4 lignes de 20 m de long, les deux lignes de bordure étant éliminées à la récolte. L'intérêt de la méthode des blocs est d'éliminer de

(1) Les éléments de cette analyse sont extraits des résultats obtenus par le *Laboratoire du Syndicat National des Fabricants de Sucre de France*, dans ses expériences annuelles sur la comparaison des variétés de betterave, expériences faites avec la collaboration de l'*Institut Technique de la Betterave Industrielle* et de l'*Institut National de la Recherche Agronomique*.

l'erreur une partie de la variation due à l'hétérogénéité du terrain et de permettre un regroupement facile de plusieurs essais.

De plus, toutes les variétés étant dans les mêmes conditions, elles peuvent être comparées directement entre elles, sans qu'il soit nécessaire de passer par l'intermédiaire d'un témoin.

Les six localités dans lesquelles les essais ont été effectués chaque année, étaient réparties dans les principales régions françaises de culture de la betterave sucrière. Trois champs d'essais se trouvaient au Nord de la Seine, un champ était situé en Seine-et-Oise, un champ dans l'Eure et un autre dans les Charentes.

Le nombre des variétés avait été limité à dix pour ne pas augmenter outre mesure la dimension des blocs. Les variétés avaient été choisies d'après les résultats d'essais précédents, parmi des variétés françaises ou étrangères couramment cultivées en France. Elles comprenaient des types divers à l'exclusion des types extrêmes (types ZZ extrêmement riches, mais à rendement en sucre à l'hectare faible, types EE à fort rendement en poids et en sucre à l'hectare, mais trop pauvres en sucre).

Les résultats de chaque essai étant publiés chaque année, nous donnerons seulement ici les moyennes des rendements portant sur plusieurs années ou sur plusieurs champs.

Les tableaux I, II et III, indiquent respectivement la richesse en sucre, le rendement en poids de racines, et le rendement en sucre. Dans chaque tableau, on trouvera successivement les moyennes correspondant au groupement des trois années pour chaque champ et chaque variété, ainsi que le tableau d'analyse de la variance.

Nous devons faire quelques remarques au sujet du groupement des essais. Pour que ce groupement soit parfaitement correct, il faut que les variances des erreurs résiduelles correspondant aux divers essais puissent être considérées comme appartenant à une population normale dont l'homogénéité peut être vérifiée par le test de BARTLETT (1). Bien que cette condition ne soit pas absolument remplie dans le cas présent, nous pouvons cependant, en nous appuyant sur les considérations développées par COCHRAN et COX (2) considérer comme valables les conclusions tirées de l'analyse globale de la variation.

Dans le cas fréquent où les rapports des variances sont très élevés nous pouvons être sûrs qu'ils sont significatifs.

D'autre part les rapports des variances (F de SNEDECOR) ont été effectués en prenant comme dénominateur les interactions et non l'erreur résiduelle. En effet, si le rapport : variance champs/variance de l'erreur résiduelle est significatif, on peut dire qu'il existe entre les moyennes des rendements des différents champs, pour l'ensemble des trois années, des

(1) SNEDECOR (G. W.). — *Statistical methods* (p. 249), Iowa, State College Press, 1946.
(2) W. G. COCHRAN, G. M. COX — *Experimental Designs*, 1950, p. 391 et suiv.

TABLEAU I

Richesse en sucre (en p. 100)

Résultats pour l'ensemble des 3 années et des 6 champs

Récapitulation pour les 3 années

Variétés / Années	Bataille	Desprez	Hilleshög	Kühn	Legland R.	Lepeuple	Klein N	Say	Tourneur	Vilmorin B	Moyenne par année
1951	16,8	16,7	16,7	17,1	17,4	16,4	16,9	16,9	16,6	16,9	16,8
1952	17,4	17,3	17,8	17,7	18,2	16,8	17,6	18,0	17,1	17,8	17,6
1953	17,7	18,3	18,0	17,6	18,4	17,9	17,3	17,8	17,5	18,2	17,8
Moyenne par variété	17,3	17,4	17,5	17,5	18,0	17,0	17,3	17,5	17,0	17,6	

N. B. — Les valeurs données sont les moyennes des résultats des 6 champs et des 6 répétitions.

Récapitulation pour les 6 champs

Champs / Variétés	Bataille	Desprez	Hilleshög	Kühn	Legland R.	Lepeuple	Klein N	Say	Tourneur	Vilmorin B	Moyenne par champ
Oisemont (Somme)	16,4	16,4	16,5	16,3	17,1	15,8	16,3	16,5	15,9	16,3	16,3
Séraucourt (Aisne)	16,4	16,5	16,4	16,3	16,9	16,1	16,2	16,4	16,2	16,5	16,4
Belleu (Aisne) ...	17,8	18,7	18,4	18,6	18,9	18,1	18,2	18,7	17,9	18,7	18,4
Étrepagny (Eure).	17,0	16,8	17,0	16,9	17,3	16,3	16,6	17,3	16,6	17,0	16,9
Grignon (S.-et-O.)	18,7	18,7	18,7	18,8	19,3	18,6	18,6	18,9	18,6	18,9	18,8
Forges (Charente).	17,7	17,6	17,9	18,0	18,4	17,2	17,8	17,4	17,2	18,2	17,8

N. B. — Les valeurs données sont les moyennes des résultats des 3 années et des 6 répétitions.

Analyse de la variation totale

Origine de la variation	Nombre de degrés de liberté	Variance
Blocs	90	2,1351
Années	2	98,9012
Variétés	9	8,3365
Champs	5	195,6910
Variétés × champs	45	0,5895
Variétés × années	18	2,4999
Champs × années	10	133,1377
Variétés × champs × années	90	0,6943
Erreur	810	0,5906

Tableau II

Poids des racines décolletées (en g par racine)

Résultats pour l'ensemble des 3 années et des 6 champs

Récapitulation pour les 3 années

Années \ Variétés	Bataille	Desprez	Hilleshög	Kühn	Legland R.	Lepeuple	Klein N	Say	Tourneur	Vilmorin B	Moyenne par année
1951	527	596	555	556	533	562	568	529	603	502	553
1952	368	368	388	356	364	399	388	382	389	372	378
1953	510	507	559	513	481	520	592	549	541	493	526
Moyenne par variété	468	490	501	475	460	494	516	487	511	456	

N. B. — Les valeurs données sont les moyennes des résultats des 6 champs et des 6 répétitions.

Récapitulation pour les 6 champs

Champs \ Variétés	Bataille	Desprez	Hilleshög	Kühn	Legland R.	Lepeuple	Klein N	Say	Tourneur	Vilmorin B	Moyenne par champ
Oisemont (Somme)	459	473	474	478	463	475	505	480	492	454	475
Séraucourt (Aisne)	466	488	513	483	461	512	520	496	514	474	493
Belleu (Aisne) ...	365	364	383	368	356	375	412	376	375	341	371
Étrepagny (Eure).	467	536	540	491	482	527	534	508	541	470	509
Grignon (S.-et-O.)	455	489	498	472	448	498	520	481	530	459	485
Forges (Charente).	599	591	596	559	548	575	605	580	613	536	580

N. B. — Les valeurs données sont les moyennes des résultats des 3 années et des 6 répétitions.

Analyse de la variation totale

Origine de la variation	Nombre de degrés de liberté	Variance
Blocs	90	11 928,5
Années	2	3 220 725,0
Variétés	9	46 314,0
Champs	5	816 695,8
Variétés × champs	45	2 738,8
Variétés × années	18	18 069,4
Champs × années	10	294 867,0
Variétés × champs × années	90	4 476,2
Erreur	810	2 453,0

Tableau III

Rendement en sucre (en g par racine)

Résultats pour l'ensemble des 3 années et des 6 champs

Récapitulation pour les 3 années

Années \ Variétés	Bataille	Desprez	Hilleshög	Kühn	Legland R.	Lepeuple	Klein N	Say	Tourneur	Vilmorin B	Moyenne par année
1951	90,0	100,0	94,0	96,5	93,5	93,0	97,0	90,0	101,0	85,5	93,0
1952	64,0	64,0	68,5	63,0	66,0	66,5	68,0	68,5	66,5	66,0	66,5
1953	89,0	92,0	100,5	89,0	88,0	92,0	102,0	97,0	94,0	89,0	
Moyenne par variété	81,0	85,0	87,5	83,0	82,5	84,0	89,0	85,0	87,0	80,0	93,5

N. B. — Les valeurs données sont les moyennes des résultats des 6 champs et des 6 répétitions.

Récapitulation pour les 6 champs

Années \ Variétés	Bataille	Desprez	Hilleshög	Kühn	Legland R.	Lepeuple	Klein N	Say	Tourneur	Vilmorin B	Moyenne par champ
Oisemont (Somme)	74,5	77,0	77,5	77,0	78,5	74,0	81,0	78,5	74,0	74,0	77,0
Séraucourt (Aisne)	77,5	81,0	84,0	80,0	78,0	83,0	85,0	83,0	83,5	80,0	81,0
Belleu (Aisne) ...	65,0	68,5	70,0	68,0	67,0	68,0	74,5	70,0	67,0	63,5	68,0
Étrepagny (Eure).	79,5	89,0	91,5	83,0	83,5	86,5	88,5	88,0	90,0	79,0	86,0
Grignon (S.-et-O.)	85,0	91,0	92,5	89,0	86,0	92,0	97,0	90,5	98,0	86,0	91,0
Forges (Charente).	106,0	104,5	107,0	101,0	102,0	100,0	108,0	101,5	106,5	98,5	103,5

N. B. — Les valeurs données sont les moyennes des résultats des 3 années et des 6 répétitions.

Analyse de la variation totale

Origine de la variation	Nombre de degrés de liberté	Variance
Blocs	90	383,91
Années	2	91 614,40
Variétés	9	879,79
Champs	5	26 374,93
Variétés × champs	45	82,10
Variétés × années	18	476,62
Champs × années	10	15 547,09
Variétés × champs × années	90	101,52
Erreur	810	84,17

différences significatives. Mais ces différences peuvent être dues soit à des différences réelles observables entre les champs quelle que soit l'année, soit à l'interaction années × champs, c'est-à-dire aux variations des différences existant entre les champs d'une année à l'autre.

Pour tester la signification de l'effet champs quelles que soient les modifications apportées par l'année et éliminer l'interaction années × champs, il faut effectuer le rapport : variance champs/variance variétés × champs.

Les valeurs de F (rapports des variances) sont données dans le *tableau IV*.

Tableau IV

Valeurs de F

Rapport des variances	F calculés			F théoriques	
	Richesse saccharine	Poids	Rendement en sucre	P = 0,05	P = 0,01
Variétés / Variétés × années	3,33*	2,56*	1,84	2,47	3,63
Champs / Champs × années	1,46	2,77	1,69	3,33	5,64
Variétés × années / Var. × chps × années	3,60*	4,03*	4,69*	1,74	2,35
Variétés × champs / Var. × chps × années	0,84	0,61	0,80	1,5	# 2,00
Champs × années / Var. × chps × années	191,75*	65,87*	153,14*	1,96	2,58
Var. × Chps × années / Erreur résiduelle	1,17	1,82*	1,20	# 1,00	# 1,00

N. B. — Les valeurs marquées d'un astérisque sont significatives au seuil de probabilité 0,05.

RÉSULTATS

De l'observation des tableaux, on peut dégager les notions suivantes, valables aussi bien pour la richesse en sucre que pour les rendements en poids de racines ou en sucre à l'hectare : les variances dues aux années, aux champs et à l'interaction champs × années sont considérables, les variances des effets variétés et variétés × années étant plus faibles.

La variance de l'effet champs n'est pas significative quand on la teste avec l'interaction champs × années, ce qui signifie qu'on ne peut affirmer qu'elle ne provient pas uniquement de l'interaction champs × années, qui est toujours significative.

Ce fait, bien que négatif, est important. Il signifie qu'on ne peut pas considérer dans cet ensemble d'essais chaque champ comme une unité stable d'une année à l'autre, correspondant à une région donnée et permettant de voir si certaines variétés sont mieux adaptées à certains types de climats ou de sols. L'interaction variétés × champs n'est pas significative.

Ce résultat indiquerait que le classement des variétés serait, dans l'ensemble, assez indépendant de la région ou du champ dans lesquels les variétés sont cultivées.

Par contre, les interactions variétés × années sont assez fortes, les différences de rendement entre variétés variant d'une année à l'autre. Le rapport des variances : variétés/variétés × années, demeure néanmoins significatif sauf pour le rendement en sucre.

Entre variétés extrêmes les différences de richesse ou de rendement en poids de racines peuvent donc être considérées comme une caractéristique variétale observable dans des conditions diverses de climat et de sol. Nous donnons ci-après le classement des variétés pour l'ensemble des trois années et des six champs.

	Poids des racines décolletées (en g)	
Klein Wanzleben N	516	
Tourneur GRN	511	
Hilleshög	501	
Lepeuple H	494	Plus petite différence
Desprez élite	490	significative : 13,6
Say O	487	
Kuhn P	475	
Bataille AZ	468	
Legland R	460	
Vilmorin B	456	

	Richesse en sucre (en %)	
Legland R	18,0	
Vilmorin B	17,6	
Say O	17,5	
Hilleshög	17,5	
Kuhn P	17,5	Plus petite différence
Desprez élite	17,4	significative : 0,22
Bataille AZ	17,3	
Klein Wanzleben N	17,3	
Tourneur GRN	17,0	
Lepeuple H	17,0	

Les variations des différences de rendement entre variétés seraient assez faibles d'un champ à l'autre et plus marquées d'une année à l'autre.

Dans les essais envisagés ici, il semble que, dans le cas du rendement en poids de racines, les écarts entre variétés extrêmes soient plus marqués dans les essais où les rendements sont élevés que dans ceux où ils sont faibles. Ce fait est partiellement en accord avec les résultats d'un essai effectué à Versailles pendant quatre années (en cours de publication) et portant sur des types de betteraves très différents. Les écarts

entre extrêmes paraissent plus marqués en année favorable qu'en année défavorable ; cette constatation étant surtout nette dans le cas de la richesse. Pour les rendements en poids de racines et en sucre, les interactions variétés × années n'étaient pas significatives.

CONCLUSIONS

Cet ensemble d'essais permet de dégager les notions suivantes :

Les variations de rendement occasionnées par les facteurs du milieu sont extrêmement importantes dans le cas de la betterave sucrière. Dans les essais comparatifs de blé, par exemple, les rapports variance années/variance variétés ou variance champs/variance variétés sont fréquemment de l'ordre de 2 à 3. Ces rapports sont beaucoup plus élevés dans les essais portant sur des variétés de betterave.

Par contre, les interactions entre variétés et facteurs du milieu paraissent plus faibles. Pour les champs considérés et la gamme de variétés étudiées (qui ne comprenaient pas les types extrêmes EE et ZZ) le choix de la variété en fonction de la région de culture semble moins important que dans le cas des céréales.

Entre le rendement en poids de racines et la richesse, il existe à l'échelle variétale une corrélation inverse. Le classement pour le poids est sensiblement inverse du classement pour la richesse.

Dans l'état actuel de la sélection de la betterave, il semble que richesse maximum et rendement en sucre à l'hectare maximum soient difficilement compatibles.

Cette série d'essais, portant sur trois années, nous permet de préciser quels doivent être les objectifs particuliers de l'expérimentation sur les variétés de betterave sucrière.

Le but essentiel de l'expérimentation est d'apprécier les caractéristiques agronomiques des variétés. Il est particulièrement important de connaître la place que chaque variété occupe dans la gamme des types E à Z ; cette place étant définie, dans la pratique, par le rendement en poids des racines et la richesse en sucre. (Les types Z correspondent à des betteraves riches à poids faible, les types E à des betteraves à poids élevé mais généralement pauvres en sucre).

Cependant, les caractères à observer deviennent de plus en plus nombreux à mesure que s'accroît le nombre des objectifs atteints par le sélectionneur.

La « résistance » à la montée à graines est devenue un caractère plus important avec la généralisation des semis précoces. L'extension de la mécanisation de l'arrachage doit attirer l'attention des sélectionneurs sur la forme des racines. Le degré de résistance ou de tolérance au

cercospora doit être apprécié à mesure qu'apparaissent des variétés « résistantes ».

D'autre part, les caractéristiques agronomiques des variétés de betterave peuvent être sujettes à des variations dans le temps. Plus encore, peut-être, dans le cas de la betterave que dans celui des plantes autogames, l'expérimentation sur les variétés doit être un travail continu.

RÉSUMÉ

Des essais effectués par le Laboratoire du Syndicat National des Fabricants de sucre de France avaient pour objectif la comparaison du comportement de plusieurs types de betterave sucrière dans les diverses conditions des principales régions de culture de la betterave. Ces essais, portant sur 10 variétés avaient été répétés pendant 3 années dans 6 localités.

De l'interprétation statistique de l'ensemble des essais, on peut dégager les notions suivantes :

Pour l'ensemble des 18 champs d'essai on observe entre variétés des différences de rendement ou de richesse significatives.

Dans l'ensemble, le classement des variétés pour le rendement en poids de racines est sensiblement inverse du classement pour la richesse.

D'un champ à un autre ou d'une année à l'autre, le rendement varie de façon considérable. Ce fait, général pour toutes les plantes cultivées, semble spécialement marqué dans le cas de la betterave.

Les essais, qui ne comprenaient pas de types variétaux extrêmes, n'ont pas permis de voir quelles étaient les conditions de milieu les plus favorables aux divers types de betterave. Il semble que les différences relatives de rendement entre variétés n'aient pas varié de façon importante en fonction des changements des conditions de climat ou de sol.

DOCUMENTATION

GÉNÉRALITÉS

2° Génétique

ATWOOD (S. S.), BREWBAKER (J. L.). — **Incompatibility in Autoploid white clover.** (Incompatibilité chez les Trèfles blancs autotétraploïdes.) *Cornell Univ. Mem.* 319, 47 p., 1953.

Les auteurs rendent compte de leurs travaux sur l'incompatibilité chez le Trèfle blanc. Elle est conditionnée chez les individus diploïdes par une série d'allèles S d'autostérilité. Chez des tétraploïdes obtenus par la colchicine à partir de plantes diploïdes autoincompatibles, on observe un fort pourcentage de plantes autocompatibles. Tous les résultats peuvent être expliqués par l'hypothèse suivante : des grains de pollen homozygotes pour un allèle ne sont pas fonctionnels sur un style portant cet allèle ; s'ils sont hétérozygotes, les résultats sont variables, ou l'un des allèles est dominant sur l'autre et l'incompatibilité persiste, ou bien il y a « compétition » entre les deux allèles et la fécondation devient possible. Ce dernier cas a également été observé chez le Tréfle hybride et on peut alors concevoir une évolution aboutissant à la création d'une espèce autopolyploïde autocompatible à partir d'une espèce diploïde autoincompatible.

C. H.

BENNETT (J. H.). — **Junctions in inbreeding.** (Les jonctions dans les croisements consanguins). *Genetica*, XXVI, 392-406, 1953.

Cette étude a pour but de calculer les longueurs chromosomiques hétérogènes aux diverses générations de croisements tels que : autofécondation, croisements mère-fille chez les organismes disomiques, ou autofécondation chez les organismes tétrasomiques. Ces calculs sont envisagés en prenant pour base la jonction, c'est-à-dire le raccordement de filaments chromosomiques ayant subi un crossing-over. Il s'introduit ainsi dans les chromosomes des fragments hétérogènes dont les points de soudure ou jonctions se comportent comme des mutations : les jonctions se transmettent de génération en génération et peuvent disparaître au hasard des ségrégations. Ce point de vue permet d'envisager sous un aspect nouveau la réalisation de l'homogénéité par des croisements consanguins.

Y. DEM.

MATHER (K.). — **Genetical control of stability in development.** (Contrôle génétique de la stabilité du développement). *Heredity*, VII, 3, 297-336, 1953.

La bonne marche de la différentiation dans un organisme suppose l'apparition de différences cellulaires au cours du développement mais, implique

également une stabilité plus ou moins grande résultant de l'élimination de différences du même ordre lorsque celles-ci se produisent à un moment inopportun ou dans des cellules inadéquates. Le rôle du génotype dans la réalisation de cette stabilité peut être déterminé par l'étude de l'asymétrie des structures bilatérales et de variations lorsqu'elle n'affecte pas un côté plutôt que l'autre. A cet égard, le nombre de soies sternopleurales de la Drosophile est un caractère satisfaisant et facile à manipuler. L'étude d'un grand nombre de générations a permis de mettre en évidence l'existence de ségrégations géniques, un certain nombre de gènes étant d'ailleurs liés au sexe. Il semble que la sélection naturelle tend à favoriser les combinaisons géniques correspondant à la stabilité la plus grande. Il a été prouvé par ailleurs qu'il existait un contrôle génétique de cette stabilité indépendante du déterminisme du caractère lui-même. Le système génétique en cause semble bien être de nature polygénique. Bien que les données manquent, on doit s'attendre dans ces conditions à une plus grande stabilité dans les lignées de plantes autogames que dans celles d'espèces allogames car elles sont soumises normalement à la sélection naturelle. D'autre part, il est possible de vérifier que le niveau de stabilité d'un caractère est bien proportionnel à ses propriétés sélectives. Enfin, dans des expériences de sélection pour une forte asymétrie, l'auteur a obtenu des indications d'une intéraction de développement entre les côtés gauche et droit de la Drosophile, aucun des côtés n'étant cependant systématiquement favorisé. On peut toutefois concevoir qu'il suffirait d'une très faible modification pour aboutir à une fixation du sens de l'asymétrie comme cela se produit chez certains crabes.

C. H.

4° Écologie

Fiskell (J. G. A.), Raymond (L. C.), Steppler (H. A.), Delong (M. A.). — **Some observations on the effects of weather on the utilisation of superphosphate and manure applied as a top dressing to a permanent pasture.** (Quelques observations sur les effets des conditions climatiques sur l'utilisation des superphosphates et de fumier appliqués comme fumure de base à une pâture permanente). *Canad. J. Agric. Sci.*, XXXIII, 6, 531-541, 1953.

Les fumures de bases suivantes ont été appliquées à des prairies établies sur alluvions riches en argile : 25 t de fumier à l'hectare, apportées à l'automne, 450 kg de superphosphates apportés soit à l'automne, soit au printemps. La prairie a été exploitée à différentes époques : ce qui a provoqué l'apparition de différences significatives de rendement, alors que la nature des fumures utilisées n'a pas eu d'effets sensibles.

La teneur en $P_2 O_5$ du foin récolté est plus accrue par l'apport de fumier à l'automne ou de superphosphates au printemps que par celui de superphosphates à l'automne. La superposition des deux sortes de fumure ne provoque aucun effet, ni sur le rendement, ni sur la teneur en $P_2 O_5$ du fourrage récolté. La répartition des précipitations fut telle que rendement et teneur en P_2O_5 ont été maxima, en cours d'année, aux mois de mai et de septembre. Des échantillons de sol et de gazon étudiés en serre ont permis d'analyser plus à fond les phénomènes observés.

J. Re.

Fox (R. L.), Weaver (J. E.), Lipps (R. C.). — **Influence of certain soil profile characteristics upon the distribution of roots of grasses.** (Influence de certaines caractéristiques de profil pédologique sur la répartition des racines de graminées). *Agron. J.*, XLV, 12, 583-589, 1953.

Les relations entre les résultats d'analyse des différents éléments de la texture physique de divers horizons de sols du Nebraska, et la répartition des racines de plusieurs espèces de graminées dans ces horizons, ont été étudiées. Quelques liaisons nettes ont été notées : développement des racines en surface et faible teneur de l'horizon en calcium échangeable et en azote ; développement limité des racines dans un horizon argileux, et faible teneur en acide phosphorique assimilable ; développement en profondeur des racines de Pâturin des Près, et richesse uniforme de tous les horizons ; pauvreté du sous-sol en acide phosphorique et faible profondeur de développement de racines.

Les auteurs considèrent que le degré de richesse d'un sol en Potasse et en Azote échangeables peuvent être également des facteurs limitants du développement radiculaire des graminées.

J. Re.

7° Sélection

Briggs (F. N.), Allard (R. W.). — **The current status of the back-cross method of plant breeding.** (État actuel de la méthode des back-cross). *Agron. J.*, XLV, 4, 131-138, 1953.

Les auteurs soulignent l'efficacité de la méthode des back-cross lorsqu'il s'agit de conférer à une variété déjà hautement améliorée (variété récurrente) une qualité héritée suivant un mécanisme mono- ou bi-factoriel. L'exemple de l'amélioration progressive de *Baart* est donné à l'appui de cette thèse. Les auteurs estiment qu'un nombre de six back-cross est suffisant lorsque l'on trie efficacement pour les caractères du parent récurrent.

Lorsque la variété non-récurrente doit transmettre un caractère polyfactoriel, chaque back-cross doit être suivi d'une sélection rigide par la méthode pedigree.

La méthode s'applique bien aussi aux plantes allogames, à condition que l'on puisse avoir suffisamment de descendants hybrides.

E. P.

Knight (W. E.). — **Breeding Ladino Clover for persistance.** (Sélection du Trèfle blanc Ladino pour la pérennité.) *Agron. J.*, XLV, 1, 28-31, 1953.

L'étude des descendances de croisements entre clones retenus pour leur bonne ou mauvaise persistance en pépinière a montré qu'il était possible de trouver des individus transmettant ce caractère ainsi qu'une bonne productivité à leurs descendants. Ces essais ont mis également en évidence l'existence d'une « combining ability spécifique » dans certains cas. La résistance à l'hiver du Trèfle blanc *Ladino* peut être due à des causes diverses ; en tous cas, les clones les plus pérennes ne présentaient pas de résistance particulière à *Sclerotinia Trifoliorum*.

Les tests des descendances obtenues par polycross ont montré que les meilleures en culture pure étaient en général les meilleures en association avec le dactyle.

C. H.

BARTLEY (B. G.) et WEBER (C. R.). — **Heritable and non heritable relationships and variability of agronomic characters in successive generations of soybean crosses.** (Variation, fluctuation et transmission de caractères agronomiques au cours des générations dans des descendances de croisements de Soja.) *Agron. J.*, XLIV, 9, 487-492, 1952.

Les quatre caractères étudiés sont la date de maturité, la hauteur des plantes, le rendement et la résistance à la verse. A cet effet, tous les croisements possibles ont été réalisés entre les trois variétés *Lincoln, Ottawa Mandarin* et *Hawkeye*.

Les variances intra-familiales dépassaient en général suffisamment les variances dues à la fluctuation pour qu'une sélection fût possible. Des différences entre les familles F_3 étaient plus grandes que celles entre deux familles F_4 issues d'une même famille F_3.

Les auteurs indiquent les méthodes d'estimation de la part revenant à la variation génétique dans la variabilité totale. Les résultats sont variables : le rendement en graines et la résistance à la verse présentant la plus grande fluctuation.

Il est bon de remarquer que toutes ces études d'hérédité quantitative font appel à tant d'hypothèses arbitraires qu'il est préférable de les considérer comme autant de tentatives pour se rapprocher d'une solution plus précise et plus réelle du problème.

C. H.

8° Techniques Culturales

BROWN (J. M.) et ROUSE (R. D.). — **Fertilizer effects on botanical and chemical composition of white clover-Dallis grass associations grown on Sumter Clay.** (Action des engrais sur la composition botanique et chimique de mélanges Trèfle blanc-Paspalum dilatatum cultivés sur argile de Sumter.) *Agron. J.*, XLV, 7, 279-282, 1953.

Des essais en serre ont montré que la potasse et les oligo-éléments favorisaient le Trèfle blanc dans le mélange. Une fumure potassique accroît la teneur des plantes en K_2O mais la quantité totale exportée par les Graminées reste à peu près constante. La fumure azotée, au contraire, favorise les graminées et finit même par entraîner à la longue une baisse en valeur absolue des rendements du Trèfle blanc. Il faut, en conséquence, amener une quantité de potasse supérieure aux besoins de la Graminée pour satisfaire aux exigences du Trèfle blanc.

C. H.

JONES (P. J.). — **Nitrogenous manuring of S. 48 Timothy for seed.** (Fumure azotée pour cultures de graines de la Fléole *S.* 48.) *J. Brit. Grassl. Soc.*, VIII, 4, 349-351, 1953.

Des essais de fumure azotée, ne faisant intervenir que la quantité d'engrais fournie, ont été entrepris de 1950 à 1952, sur des cultures de fléole *S. 48* semées à 60 cm d'écartement.

Le nombre d'épis par unité de longueur sur la ligne atteint le maximum pour une fumure relativement faible (200 kg de sulfate d'ammoniaque à l'hectare). Les rendements en graines s'accroissent jusqu'à des apports de 600 ou

750 kg de sulfate d'ammoniaque, dans la mesure où la verse ne les compromet pas : la longueur des épis s'accroissant, en fonction de l'augmentation des apports d'engrais, au delà de 200 kg de sulfate d'ammoniaque.

J. Re.

PENDLETON (J. W.) et DUNGAN (G. H.). — **Effect of different oats spacing on growth and yield of oats and red clover.** (Effets de différents écartements sur la croissance et le rendement d'avoine et de trèfle violet associés au semis.) *Agron. J.*, XLV, 9, 442-444, 1953.

Un essai répété durant trois ans a eu pour but de vérifier l'influence du couvert sur un semis de trèfle violet durant la période de l'établissement ainsi que le rôle joué par l'écartement des lignes de céréales. Le semis d'avoine fut réalisé suivant 6 modes : écartements entre les lignes : 20, 40 ou 60 cm puis deux lignes à 10 ou à 20 cm entre deux lignes à 80 cm, celui du trèfle fut établi perpendiculairement aux précédents et en lignes espacées de 10 cm. L'avoine fournit son meilleur rendement à 20 cm bien que les larges interlignes aient augmenté la grosseur des grains et le nombre d'épillets par panicule. Le trèfle violet montrait dans les lignes d'avoine à 40 cm, un tallage bien supérieur (38 p. 100) à celui du trèfle semé dans l'avoine à 20 cm. L'établissement et le développement furent toujours affectés par l'avoine, en comparaison du trèfle pur. Néanmoins, le traitement le plus favorable à la céréale et au trèfle violet a paru être le semis à la volée de l'avoine.

L. Fx.

WYNN PARRY (D.). — **Reduced rates for seeding to grass at the College Farm Aber.** (Densités réduites de semis de prairies, à la Ferme expérimentale de l'Université de Aber.) *J. Brit. Grassl. Soc.*, VIII, 3, 267-272, 1953.

Des essais de semis du mélange simple Ray-grass anglais-Trèfle blanc ont été entrepris en 1946 et suivis en 1947 et 1948. Les densités respectives de semis utilisées ont été : 24-1 kg/ha, 16-2, 10-3 et 6-4.

L'évolution de la flore a été plus rapide dans les parcelles ensemencées à la plus forte densité, ces dernières n'ayant d'ailleurs pas fourni les meilleurs rendements. Des densités relatives utilisées dans cet essai, il semble que 10 kg/ha de Ray-grass anglais pour 3 kg/ha de Trèfle blanc soit celle qui, en ayant produit le maximum de fourrage, a donné le gazon le plus stable, si l'on considère l'équilibre graminées-légumineuses semées et le degré d'envahissement des mauvaises herbes. Les vides sont par contre moins fréquents, au cours de la première année, si l'on utilise les fortes densités de semis.

J. Re.

10° Expérimentation

IVINS (J. D.). — **The measurement of pasture output on the dairy farm.** (Mesure de la consommation des animaux à la pâture, dans les fermes laitières.) *J. Brit. Grassl. Soc.*, VII, 4, 337-344, 1953.

Souvent les productions animales doivent être utilisées ou sont les seules mesures employées pour estimer la production des prairies. Le taux d'utilisation de « l'équivalent amidon » produit sur diverses prairies pâturées, a été étudié chez 382 vaches laitières différentes. Ce taux d'utilisation est très variable suivant les animaux, corrélatif de la production laitière, et sa variation est fortement liée à la période de lactation, pour chaque animal.

L'auteur propose un schéma de correction, tenant compte de l'époque du dernier vêlage des animaux constituant le troupeau, à utiliser si l'on désire avoir une estimation plus correcte de la productivité de la prairie en se basant sur les rendements en lait.

J. Re.

CULTURES SPÉCIALES

1° Céréales

Brown (A. R.) et Miller (G. H.). — **A comparative study of** *Helminthosporium sativum Pam. King and Bakke* **and** *H. victoriae Meehan and Murphy* **on Oats.** (Etude comparative d'*Helminthosporium sativum Pam., King and Bakke,* et d'*Helminthosporium Victoriae Meehan et Murphy,* sur Avoines). *Agron. J.*, vol. 46, 63-67, fév. 1954.

Avant 1946, de nombreuses études avaient été réalisées sur *Helminthosporium sativum,* agent de la maladie du pied, des taches foliaires et de l'épi de l'Orge, du Blé et de certaines graminées. Très rarement le champignon fut signalé sur Avoine ; or, depuis 1946, une maladie nouvelle s'est développée sur la variété *Victoria* et les variétés qui en sont issues, dont l'agent a reçu le nom d'*H. victoriae.*

L'objet de la présente étude est de préciser les caractères distinctifs de ces deux agents et de vérifier leur permanence au cours des générations et sur diverses variétés-hôtes.

Les auteurs montrent que si les diverses provenances d'*H. sativum* utilisées dans les essais ont présenté certaines différences quant à la morphologie de leurs spores et aux types d'infection sur orge, par contre *H. victoriae* s'est toujours nettement caractérisé morphologiquement aussi bien que par son action pathogène : celle-ci, toujours très forte sur *Victoria,* est toujours nulle sur Orge.

S'il demeure donc quelques doutes sur la validité d'un seul terme spécifique pour le type *sativum, H. victoriae* apparaît cependant comme une entité suffisamment caractérisée pour continuer à distinguer les deux espèces.

C. Mo.

Conners (I. L.) et Skolko (A. J.). — **Bunt situation in Winter Wheat in Ontario.** (Actualités sur les Caries dans les zones à blés d'automne de l'Ontario.) *Can. J. Agr. Sci.*, XXXIII, 6, 597-605, 1953.

La Carie naine, actuellement considérée comme une espèce distincte : *Tilletia brevifaciens* G. W. Fischer a été signalée depuis 1935 en maints territoires des Etats-Unis, notamment dans la zone occidentale des terres à blé, puis, en Allemagne (1948), en Autriche (1951), en Suisse (1951) ; ce dangereux parasite transmissible même à longue échéance par le sol ayant été décelé en 1952 dans l'Ontario, une prospection a été entreprise aussitôt, par échantillonnage effectué dans les cultures de blés d'automne. L'examen microscopique des spores a mis en évidence d'une part l'extension de l'espèce à spores lisses : *Tilletia fœtida* et sa prédominance sur *Tilletia Caries* et d'autre part la présence exceptionnelle de *Tilletia brevifaciens* ; les anticryptogamiques : pentachloronitrobenzène, hexachlorobenzène n'étant pas totalement efficaces et la maladie risquant de s'étendre, le meilleur moyen de lutte est la création de

variétés résistantes à la carie naine à partir de géniteurs comportant le complexe génétique de *Martin*, de *Hussard* ou de *Rex*, ce dernier résistant aussi à *Urocystis triciti*.

B. S.

FINKNER (R. E.), MURPHY (H. C.), ATKINS (R. E.) et WEST (D. W.). — **Varietal reaction and inheritance of fluorescence in Oats.** (Réaction varietale et hérédité de la fluorescence chez les avoines.) *Agron. J.*, XLVI, 6, 270-273, 1954.

Les auteurs ont étudié la réaction de 141 variétés d'avoine à la lumière ultra-violette. Alors que la plupart ont présenté une forte fluorescence, 28 autres n'ont donné aucune réaction.

L'hérédité du caractère a été étudiée à partir de 23 croisements comprenant *Klein 29 B, Trispernia, Santa Fe, Landhafer, Victoria, Ukraine* et *Anthony-Bond* × *Boone*, comme parents fluorescents, et *Clinton*, variété non fluorescente.

Le caractère fluorescence, dominant en F_1 paraît gouverné par 2 gènes majeurs. Les variétés *Victoria* et *Ukraine* semblent, en effet, posséder le même allèle de fluorescence. *Klein 29 B, Santa Fe, Landhafer* et *Anthony-Bond* × *Boone* paraissent également posséder un même gène, mais à un locus différent de celui des variétés précédentes. Ces 2 gènes seraient présents chez *Trispernia*. *Clinton* semble dépourvu de l'un et de l'autre.

Par ailleurs, l'étude de 3 de ces croisements, où entraient *Santa Fe, Clinton* et *Ukraine* a montré que les gènes déterminant la fluorescence sont indépendants de ceux gouvernant la résistance ou la sensibilité de ces variétés aux races *57* et *109* de rouille couronnée.

C. Mo.

PENDLETON (J. W.). — **The effect of lodging on spring oat yields and test weight.** (Effet de la verse sur le rendement et le poids spécifique des avoines de printemps.) *Agron. J.*, XLVI, 6, 265-267, 1954.

L'auteur décrit d'abord les procédés qu'il a utilisés pour faire verser artificiellement les avoines en expérience : un grillage placé à 40 cm environ du sol et déplacé latéralement à la date voulue jusqu'à l'inclinaison désirée s'est révélée la meilleure méthode.

L'action des 2 facteurs précocité (verse 4 jours et 20 jours après épiaison) et intensité de verse (verse à 45° et 90°) a pu ainsi être étudiée.

1° Tous les traitements effectués ont engendré une chute de rendement ainsi que de la qualité du grain.

2° L'effet est d'autant plus grave que la verse est plus précoce et son intensité plus forte.

Les résultats apparaissent des plus intéressants pour expliquer l'irrégularité des rendements de certaines variétés au cours des années ou entre les Stations ; mais la notation de verse, pour avoir pleine valeur, doit, comme toute notation de maladie tenir compte non seulement de l'intensité du phénomène, mais de l'époque de son apparition.

C. Mo.

MIDDLETON (G. K.), COFFMAN (F. A.), MOSEMAN (J. G.) et BELL (F. J.). — **Protein content of certain fall-sown oat varieties.** (Teneur en protéines de certaines variétés d'avoine d'hiver.) *Agron. J.*, XLVI, 6, 282-294, 1954.

Dans une première expérience (1949-1950) 15 variétés d'avoine d'hiver

ont été cultivées dans 9 stations du Sud-Est des Etats-Unis et la teneur en protéines de la récolte déterminée.

Des différences hautement significatives entre variétés et entre localités ont été enregistrées, de même qu'une interaction variété-localité. Aucune corrélation significative entre le rendement et la teneur en protéine n'a été trouvée.

Dans une seconde expérience (1952-1953), 70 variétés et lignées de la collection mondiale des avoines ont été cultivées dans 3 stations de la Caroline du Nord. Des différences significatives ont été notées entre variétés, mais non entre localités.

Par ailleurs, l'on remarque que les dérivés de *Bond* figurent parmi les variétés les plus riches en protéines alors que les lignées issue de *Turkey* figurent parmi les plus pauvres. Ces résultats confirmant ceux de *Frey* et *Bell*, montrent donc l'aspect héréditaire de ce caractère.

C. Mo.

Valdeyron (G.), Petit (A.) et Seguela (J.). — **L'organisation de la lutte contre le charbon interne du Blé par la désinfection des semences basée sur la détection précoce de l'infection.** *C. R. Acad. Agric. France*, XXXIX, 14, 666-670, 1953.

Les cultures de *Florence* × *Aurore*, en Tunisie, ayant été infectées par le charbon interne, en 1952, à des taux s'élevant jusqu'à 10 p. 100 et atteignant fréquemment 3 à 8 p. 100, il s'est avéré que l'orientation des recherches du Service Botanique vers le contrôle rapide des semences produites était particulièrement justifiée.

Les essais sur semis des lots, en été, effectués suivant un dispositif minutieux et dans des conditions optima ne donnent que des résultats trop tardifs pour éviter les frais élevés de transport et de stockage des lots contaminés.

Par contre, la méthode suivante a été adoptée, consistant à déterminer au laboratoire la présence ou l'absence du mycélium dans l'embryon, et portant sur un échantillonnage fait entre la récolte et la maturité ; au préalable, une bonne correspondance entre les indications de ce test et les résultats sur pied des lots semés au champ a été observée ; le nombre de grains examinés est fixé suivant la formule de *Poisson* pour une probabilité limite de 0,95 et le taux maximum de grains charbonnés égal à 1 p. 100. L'utilité actuelle de ce « dégrossissage » et son efficacité laissent aux chercheurs d'importantes questions à résoudre : une solution d'attente, l'étude systématique de la transimssion, de l'écologie du charbon interne, une solution plus complète : la création d'une variété alliant la résistance au charbon aux autres qualités si économiquement importantes du *Florence* × *Aurore*.

B. S.

Wienhues (F.). — **Art-und Gattungsbastardierungen bei Gerste und Weizen.** (Hybridations interspécifiques et intergénériques chez l'orge et le blé.) *DLG Nachrichten f. Pflanzenzucht, Vorträge*, 1950, 82-94.

A la Station de Voldagsen, les hybridations suivantes ont été réalisées : Orge : Croisement d'une variété de *Hordeum spontaneum nigrum* avec diverses variétés d'*Hordeum sativum*, en vue de leur conférer la résistance à l'oïdium. Après deux recroisements avec diverses variétés d'orge cultivée, des résultats corrects ont été obtenus, ce qui fait penser à l'auteur qu'il n'y a pas de différence dans la structure chromosomique des deux espèces, que les caractères intéres-

sants ne sont pas à hérédité simple, que ces caractères ne sont pas linkés avec des gènes trop défavorables.

L'auteur en conclut qu'il est plus facile de prendre comme géniteurs des plantes sauvages, amenant une grande variabilité génétique, que de faire des croisements entre plantes déjà améliorées.

Blé : croisements avec *Triticum persicum, Triticum Timopheevi* et *Secale Cereale*, en vue de la résistance à diverses maladies, notamment au piétin.

Après quelques recroisements, quelques résultats intéressants ont déjà été obtenus, mais le travail s'est avéré plus facile avec *Triticum persicum*.

La résistance à l'oïdium semble être due, chez *T. persicum* à deux gènes principaux ; chez *T. timopheevi*, à un seul gène, dominant.

M. Gil.

2° Plantes sarclées

Fife (J. M.) et Price (C.). — **Bolting and flowering of sugar beets in continuous darkness.** (Montée et floraison de betteraves sucrières soumises à une obscurité continue.) *Plant. Physiol.*, XXVIII, 3, 475-480, 1953.

Des betteraves ayant subi une induction thermique à 5-6° d'une durée supérieure à 100 jours et cultivées ensuite à l'obscurité complète à 21° donneront 100 p. 100 de montées à graines. Un certain nombre de plantes fleurirent et donnèrent du pollen normal. D'autres retournèrent à un stade végétatif après avoir produit des tiges.

Cette expérience semble indiquer que les photopériodes longues ne sont pas indispensables pour déclancher la montée chez la betterave.

J. M.

3° Plantes oléagineuses

Andersson (G.) et Olsson (G.). — **Försök med sareptasenap och svartsenap som oljevãxter.** (Essai de la moutarde brune et de la moutarde noire comme oléagineux.) *Sver. Utsädesfor. T.*, XLIII, 5, 397-413, 1953.

Malgré certains avantages ces deux moutardes ne semblent pas pouvoir être cultivées comme oléagineux, à cause de leur tendance à l'égrenage, de leur teneur en sénevols et de leur faible teneur en huile.

M. Rives.

5° Légumineuses fourragères

Brewbaker (J. L.). — **Incompatibility in autotetraploid Trifolium repens L. I. Competition and self-compatibility.** (Incompatibilité chez Trifolium repens L. 4n. I. Competition et autocompatibilité.) *Genetics*, XXXIX, 3, 307-316, 1954.

Parmi l'ensemble des mécanismes qui réduisent ou suppriment l'inhibition dûe au fonctionnement normal de la série S d'autostérilité chez le Trèfle blanc, l'auteur a étudié plus particulièrement celui de la compétition entre allèles dans le pollen d'individus autotétraploïdes. Tous les résultats observés sont en accord avec les hypothèses suivantes. En cas de compétition, tout se passe comme si les substances polliniques produites par chaque allèle agissant isolément ne l'étaient plus complètement ou présentaient une interaction les

rendant inefficientes. D'autre part, seuls des gamètes hétérozygotes peuvent présenter ce phénomène et environ 10 p. 100 de l'ensemble des combinaisons hétérozygotes possibles le présentent effectivement. Sur cette base, le calcul indique qu'une variété tétraploïde présentera à l'équilibre à peu près 50 p. 100 de plantes autocompatibles. C'est le chiffre observé en fait, dans certaines variétés tétraploïdes suédoises de trèfle hybride pour lequel les données ci-dessus sont également valables. Sur le plan pratique, ce mode de réalisation d'une autocompatibilité importante risque d'entraîner une forte diminution de vigueur dans les variétés tétraploïdes, mais l'étude ci-dessus montre qu'il est possible de l'éliminer à n'importe quel stade du programme de sélection.

C. H.

Davis (A. G.) et Cooper (M. M.). — **White clover trial.** (Essai de trèfle blanc.) *J. Brit. Grassl. Soc.*, VIII, 2, 115-130, 1953.

Cet article vient compléter deux publications antérieures dans la même revue qui rendaient compte des résultats de deux premières années d'essai. Quatre types de trèfle blanc : *Kent, Nouvelle-Zélande, Hollandais* et *S. 100* sont semés séparément avec du Ray-grass Anglais *S. 23*. En troisième et quatrième années d'exploitation par les moutons, *Kent* se classe en tête devant *S.* 100 et *Nouvelle Zélande,* alors que le trèfle blanc *Hollandais* ne donne plus que 50 p. *100* de *Kent*. Ces résultats sont en bonne corrélation avec la composition botanique des parcelles : le pourcentage de pâturins, de mousse et de vides est en raison inverse du rendement en Trèfle blanc. Des comptages de vers de terre n'ont pas présenté de différences significatives. Toutefois, il y en avait plus dans les parcelles de *Kent* : il est impossible de dire s'il s'agit là d'une cause ou d'une conséquence et les auteurs se gardent de conclure.

C. H.

Gibson (P. B.) et Schultz (E. F.). — **The effect of environment on the number of vascular bundles per petiole in white Clover.** (Action du milieu sur le nombre de faisceaux vasculaires par pétiole chez le Trèfle blanc.) *Agron. J.*, XLV, 3, 123-124, 1953.

Le nombre de faisceaux vasculaires dans le pétiole est beaucoup plus fluctuant dans le cas de clones de trèfle blanc *Ladino* que dans celui des types intermédiaires. Contrairement à ce qu'ont publié Gausman et Fuelleman (*Agron. J.*, XLIV, 96-97, 1952) ce caractère ne permet pas d'identifier avec certitude des plantes de trèfle blanc *Ladino*.

C. H.

Hanson (A. A.), Graham (J. H.) et Kreitlow (K. W.). — **The isolation of Ladino clover plants resistant to** *Sclerotinia trifoliorum.* (Détection de plantes de trèfle blanc Ladino résistantes à *Sclerotinia Trifoliorum.*) *Canad. J. Agric. Sci.*, XXXIII, 1, 84-90, 1953.

Les tests ont porté sur 57 000 plantules ou boutures inoculées en chambre humide au stade 4 à 5 feuilles avec du grain moulu (2/3 blé — 1/3 avoine) ayant servi de milieu de culture. L'étude des descendances de croisements entre plantes ayant survécu suggère certaines possibilités de sélection : alors que la moyenne des survivants est 10,3 p. 100 dans les descendances de plantes sensibles, certaines descendances ont donné près de 35 p. 100 de plantes saines.

L'effet de la vigueur des plantes est très marqué, ce qui impose certaines précautions (virus...) dans la réalisation des tests et rend imparfaite la méthode des clones (effet de reprise trop intense) qui doit être complétée par des essais sur les descendances.

C. H.

Hanson (A. A.), Sprague (V. G.) et Myers (W. M.). — **Evaluation of Kentucky blue grass strains grown in association with white clover.** (Evaluation de l'aptitude d'association de treize souches de *Poa pratensis* sélectionnées avec le Trèfle blanc.) *Agron. J.*, XLIV, 7, 373-376, 1952.

La comparaison de treize souches de Pâturin des prés pour leur comportement en mélange avec du Trèfle blanc, a été conduite pendant trois années pleines sur un essai établi en 1941-1942. Ceci a permis de tester les effets de compétition et l'envahissement par les plantes adventices. L'interprétation des résultats de cette expérimentation sélective a porté sur le rendement en vert, le pourcentage en poids fourni à chaque coupe par chacune des espèces et le pourcentage des mauvaises herbes récoltées. Une corrélation de 0,84 a pu être mise en évidence entre le rendement de 1944 et celui de 1945 pour les diverses souches de pâturin.

L. Fx.

Ronningen (T. S.). — **Susceptibility to winter injury and some other characteristics in Ladino and common white clovers.** (Resistance au froid et autres caractéristiques des trèfles blancs Ladino et commun.) *Agron. J.*, XLV, 3, 114-117, 1953.

L'étude en pépinières de plantes isolées a montré une forte corrélation positive de la résistance au froid au cours d'hivers successifs. Cette résistance meilleure en général pour les types communs que pour le *Ladino*, est en raison inverse de la vigueur des plantes et de leur densité de croissance. L'étude de clones a permis d'établir que les différences de résistance étaient essentiellement génétiques. Il est d'ailleurs possible de sélectionner des Trèfles blancs *Ladino* à la fois résistants au froid et améliorés pour les autres caractères importants.

C. H.

Wallace (A. T.), Hanson (W. D.) et Decker (P.). — **Natural cross-pollination in blue and yellow Lupines.** (Fécondation croisée naturelle chez les Lupins bleus et jaunes.) *Agron. J.*, XLVI, 2, 59-60, 1954.

La coloration blanche des fleurs et des graines, l'absence de pigmentation sur les plantules chez le lupin bleu (*Lupinus angustifolius L.*) sont conditionnées par un seul gène et récessives. Il en est de même chez le lupin jaune (*Lupinus luteus L.*) de l'absence de ponctuations sur les téguments de la graine. Ces caractères ont été utilisés pour déterminer le taux de fécondation croisée naturelle de ces espèces. Pratiquement, on peut retenir les résultats suivants : chez le Lupin bleu, la fécondation croisée est très rare ; chez le Lupin jaune, elle est de l'ordre de 40 p. 100 variable avec les conditions de milieu et la quantité d'insectes pollinisateurs présents.

C. H.

6° Graminées fourragères

WILSIE (C. P.), CHING (C. B.) et HAWK (V. B.). — **Self-fertility and progeny perfomance in** *Bromus inermis* (Autofertilité et valeur des descendants chez *Bromus inermis*.) *Agron. J.*, XLIV, 12, 605-609, 1952.

Dans le matériel étudié, les auteurs ont trouvé une grande variabilité. Certaines plantes sont très auto-fertiles, mais en général le grainage en autofécondation représente 8 à 13 p. 100 du grainage en fécondation libre. Au cours des générations, on s'aperçoit qu'alors que certaines familles tendent à rester assez autofertiles, d'autres ne peuvent être autofécondées qu'une ou deux fois.

Des clones disposés en pépinière avec répétitions ont montré une forte corrélation de l'autofertilité au cours des années successives, mais la valeur absolue du grainage est très variable en relation avec les conditions climatiques. Enfin, il n'y a pas de corrélation (ou elle est faible) entre autofertilité et aptitude générale à la combinaison. C. H.

DAVIES (J.) et EDWARDS (G. H. A.). — **The influence of nitrogen on the yield of a Cocksfoot seed crop.** (Influence de l'azote sur le rendement d'une culture de Dactyle pour la graine.) *J. Brit. Grassl. Soc.*, VIII, 3, 261-266, 1954.

Des apports d'azote augmentent toujours le rendement en graines et en paille, chez le Dactyle. Il semble préférable de les réaliser en deux fois : fin de l'été et courant du printemps. L'époque de la seconde application a relativement peu d'importance. Des apports d'azote accroissent le poids des graines et n'ont pas d'influence sur leur faculté germinative.

J. RE.

DAVIES (W. E.). — **The breeding affinities of some British species of Agrostis.** (Possibilités de croisement de quelques espèces anglaises d'Agrostis.) *British Agricultural Bulletin*, V, n° 23, 313-315, 1953.

Quatre des six espèces anglaises ont été utilisées dans cette étude : *Agrostis-canina var. fasciculatis*, *Agrostis canina var arida*, *Agrostis tenuis*, *Agrostis stolonifera*, *Agrostis gigantea*. Une brève description botanique est donnée et l'auteur relate les résultats des croisements interspécifiques (10 sur 20 ont réussi), et des essais d'autofécondation. Une étude cytologique poursuivie parallèlement fera l'objet d'une publication ultérieure.

C. H.

EVANS (G.). — **Certification of herbage seed crops.** (La certification des semences fourragères.) *The Agric. Merch.*, XXXIII, 2, 1953.

Après avoir fait l'historique de la certification des semences fourragères depuis le début du siècle, l'auteur expose les problèmes actuels qui se posent à la Station d'Aberystwyth pour ses 17 lignées sélectionnées. Les surfaces de multiplications contrôlées par ce service officiel sont passées entre 1940 et 1952 de 616 hectares à 12 600 hectares environ. La liaison entre deux organismes : la station officielle contrôlant la mise en place et l'établissement de ses multiplications, puis l'association des multiplicateurs de semences du Lincolnshire qui se charge du conditionnement de la récolte, permet de livrer des semences certifiées en sacs plombés. L. Fx.

EVANS (T. A.). — **Management and manuring for seed production in Cocksfoot and Timothy.** (Exploitation et fumure de cultures de Dactyle et de Fléole, pour la production de graines.) *J. Brit. Grassl. Soc.*, VIII, 3, 245-259, 1953.

Les souches S. 37 et *S. 48* de Dactyle et de Fléole ont été cultivées pour la production de semences, durant 3 ans, subissant divers types d'exploitation en pâture, jusqu'au 15 mars pour le Dactyle, jusqu'au 15 avril chez la Fléole, et recevant 0, 200, 400, 600 ou 800 kg de sulfate d'ammoniaque par hectare et par an. Les éléments de rendement analysés ont été : rendement en semences, nombre de talles fertiles par unité de longueur sur une ligne, poids de graines récoltées sur 1 000 talles fertiles, quantité d'herbe produite hors saison.

Alors que Dactyle a réagi sensiblement aux apports d'azote, jusqu'à 4 ou 600 kg de sulfate d'ammoniaque, durant toutes les années, la Fléole n'a réagi qu'en 2e année d'existence.

Chez les deux espèces, il y a un parallélisme entre rendements en graines et nombre de talles fertiles par unité de surface. L'apport d'azote a une influence sur le poids de graines par 1 000 talles fertiles.

Dans les limites fixées ci-dessus, des exploitations en pâture d'hiver ou début de printemps ne réduisent pas les rendements de grains. Il est cependant nécessaire pour maintenir le niveau de production de semences, chez le Dactyle, d'apporter une fumure azotée. L'exploitation en pâture, aux saisons précitées accroit le nombre de talles fertiles par unité de surface, mais diminue le poids de grains récoltés sur 1 000 talles fertiles ; elle ne modifie pas la précocité de maturité des semences.

Les rendements en matières sèches récupérées en pâture sont de l'ordre de 2 t/ha chez le Dactyle et de 1,2 à 1,5 t/ha chez la Fléole.

J. RE.

EVANS (T. A.). — **The effect of nitrogen applications at differentes dates on the seed yield of pedigree grasses.** (Effet d'applications d'azote faites à différentes époques sur le rendement en graines de graminées sélectionnées.) *J. Brit. Grassl. Soc.*, IX, 1, 53-60, 1954.

Des essais ont été établis à l'aide des souches *S. 37* de Dactyle, *S. 48* de Fléole, *S. 23* de Ray-grass anglais, cultivées pour la graine, semées en lignes espacées de 60 cm, recevant 400 kg de sulfate d'ammoniaque à 20,5 p. 100, distribués de manières diverses.

Le Dactyle *S. 37* réagit nettement aux apports d'azote, en fournissant un excédent de rendement en graines variant de 2 à 4 qx/ha, suivant les années. Il semble que pour cette espèce, l'apport massif de toute la fumure au printemps soit plus efficace que toute autre méthode d'application. Les causes de l'excédent de rendement sont l'accroissement du nombre de talles fertiles, et l'augmentation du poids des graines.

La Fléole *S. 48* réagit très peu à un apport d'azote, et il semble que, pour cette espèce, des applications fractionnées donnent des meilleurs résultats.

Le Ray-grass anglais *S. 23* se comporte vis à vis de l'apport de fumure azotée, comme le Dactyle *S. 37*, mais pour lui, les époques d'application semblent n'avoir que très peu de répercussion.

J. RE.

FORTMANN (H. R.). — **Responses of varieties of Bromegrass** (*Bromus inermis Leyss*) **to nitrogen fertilization and cutting treatments.** (Comportement de variétés de Brome inerme (*Bromus inermis Leyss*) subissant différents modes de fertilisation azotée et coupées suivant des modes variables.) *Cornell Univ. Agric. Exp. Sta. Mem.*, 322, 67 p., 1953.

Des essais destinés à comparer des variétés de Brome inerme ont été établis en deux Stations différentes. Dans chaque cas, divers traitements ont été appliqués à chaque variété : fumure, mode d'exploitation. Les rendements en matières sèches, matières azotées, teneur en azote, taux d'utilisation de l'azote ont été analysés. De nombreuses interactions comportant le facteur variété sont significatives. Malgré tout, il ressort de cette étude : que la classification des variétés reste identique dans les cas suivants : mode de fertilisation variable, mode d'exploitation variable, que les interactions (fumure × année) varient suivant les lieux d'étude, que l'effet des divers types de fumure azotée utilisés reste comparable dans tous les cas envisagés.

En général, la teneur en azote du fourrage récolté est inversement proportionnelle au rendement en matières sèches alors que le rendement en azote lui est proportionnel.

Les variétés les plus productives sont celles qui ont le meilleur taux d'utilisation d'une fumure azotée.

L'application d'azote en une seule fois au printemps a le même effet global sur le rendement annuel, qu'une application échelonnée, à dosage égal. Le taux d'utilisation de l'azote est sensiblement le même quelque soit le mode d'exploitation appliqué aux variétés.

J. RE.

IOWERT (J.). — **Preliminary note on** *S. 22* **Italian Ryegrass.** (Note préliminaire sur le Ray-grass d'Italie *S. 22*). *J. Brit. Grassl. Soc.*, VIII, 4, 345-348, 1953.

La souche *S. 22* de Ray-grass d'Italie, sélectionnée à *Aberystwyth*, a été comparée pendant 3 ans, au Ray-grass d'Italie commercial Irlandais et au Ray-grass *Hybride H1* Néozélandais. Leurs rendements totaux, en pâture ou en fauche sont sensiblement identiques. *S. 22* est légèrement supérieur en production de printemps et de fin de saison, à *H1*. Son tallage est assez faible, mais il a des feuilles très larges, et repousse en tiges en fin de saison. Il est assez résistant aux rouilles et à l'oïdium. Il peut durer, sous le climat britannique, quelque soit le mode d'exploitation qu'on lui applique et s'il est correctement fumé, jusqu'à 3 ans.

J. RE.

WASSOM (C. E.) et KALTON (R. R.). — **Estimations of optimum plot size using data from Bromegrass uniformity trials.** (Dimensions optima des parcelles déterminées par des essais d'uniformité avec le Brome). *Agric. Exp. Sta., Iowa Sta. Coll., Res. Bull.* 396, 296-320, 1953.

Deux champs semés à la volée et un en lignes ont été récoltés par petites parcelles élémentaires de 1 m × 1, 20 m. Les résultats ont été ensuite combinés en ensembles plus grands de dimensions et formes variables. Les résultats dépendent de l'importance et de la direction du gradient de fertilité comparé à la disposition des parcelles, mais d'une manière générale, les variances les plus grandes correspondent à des parcelles carrées ou voisines du carré et les plus faibles aux parcelles dont le grand axe coïncide avec le gradient de fertilité.

C. H.

9° Plantes Horticoles

WALKER (J. C.). — **Disease resistance in the vegetable crops.** (Résistance aux maladies chez les plantes légumières). *Bot. Rev.*, XIX, 10, 606-643, 1953.

Ce numéro de Botanical Review groupe les résultats de travaux récents concernant la résistance : du haricot, du haricot du Cap, du céleri, des choux et autres plantes légumières de la famille des Crucifères, des Cucurbitacées (concombre, melon d'eau, melon), de la laitue, de l'oignon, du pois potager, de l'épinard, de la patate douce, de l'aubergine, du poivre, de la pomme de terre et de la tomate aux principales maladies cryptogamiques, bactériennes et à virus. (Avec 266 références).

J. M. C.

11° Divers

CHEREWICK (W. J.). — **Smut Diseases of Cultivated Plants in Canada.** (Caries et charbons des plantes cultivées au Canada). *P. Min. Agric. Canada*, 887, 58 p. ; 1953.

Cette intéressante brochure abondamment illustrée est une mise au point d'ordre pratique concernant les connaissances actuelles sur la biologie, l'écologie, les races des principaux charbons et des caries. Les méthodes de lutte par traitements, mise en évidence du parasite, utilisation des variétés résistantes sont résumées ainsi que la classification et la description des agents infectieux. A la portée de certains agriculteurs, cette publication peut aussi constituer un aide-mémoire pour les pathologistes et les généticiens travaillant sur le Blé, l'Orge, le Maïs, le Seigle, le Sorgho, le Millet, certaines graminées et même l'oignon. Les références bibliographiques comprennent l'année 1950.

B. S.

TABLE DES MATIÈRES DE L'ANNÉE 1954

MÉMOIRES ORIGINAUX

Demarly (Y.). — Étude de l'hérédité de la bigarrure de la fleur chez la luzerne 5
Rives (M.). — Le système de reproduction du colza. Sa signification du point de vue de la théorie polygénique de l'hérédité des caractères quantitatifs 21
Kerguelen (M.). — Étude de quelques herbages des Vosges 33
Coutaud (J.). — Contribution à l'étude de la fécondation et de la fructification chez le pommier 51
Margara (J.). — Problèmes que pose l'amélioration de la betterave sucrière en France 147
Linder (R.). — Etude d'un caractère héréditaire instable chez le Maïs : l'épi biparti 197
Meneret (G.), Bonnat (Mme M.) et **Guiolet (J.).** — Formes de bractées chez les houblons cultivés 209
Hedin (L.), Lefebvre (J. M.) et **Philippart (Mme).** — Recherches sur les assolements fourragers et la production prairiale en Normandie 247
Ecochard (R.), Gillet (M.) et **Trinquand (E.).** — L'évolution de la rouille noire sur la plante adulte de blé et son incidence sur le poids du grain 307
Essad (S.). — Contribution à la systématique du genre Lolium 325
Vincent (A.), Pochard (E.) et **Gignoux (J.).** — Comportement, aux stades plantule et adulte, vis-à-vis d'une race physiologique de Rouille noire, des descendances d'un géniteur résistant 353
Salvat (B.). — Note préliminaire sur les provenances françaises de Charbon du Blé 375
Hugues (P.). — Etudes préliminaires à la création d'un catalogue des espèces et variétés de vesces cultivées en France 385
Madec (P.) et **Perennec (P.).** — Contribution à l'étude de la tubérisation chez la pomme de terre 449
Hedin (L.), Lefebvre (J. M.) et **Kerguelen (M.).** — Recherches sur la caractérisation chimique d'espèces et de variétés de plantes fourragères et prairiales (2e mémoire) 469
Killian (Ch.). — Plantes fourragères-types des hautes-plaines algériennes : leur rôle particulier en période sèche 505
Margara (J.) et **Touvin (H.).** — Analyse du comportement en champs d'essais de quelques variétés de betterave sucrière cultivées en France. 529

TABLE MÉTHODIQUE DES PUBLICATIONS ANALYSÉES

GÉNÉRALITÉS

I. — Cytologie

Hrishi (S. J.). — Morphologie, anatomie et cytogénétique comparées de six espèces de *Pennisetum* 129
Steinitz-Sears (L. M.) et **Sears (E. R.)**. — Chiasmas et crossing-over sur chromosome dicentrique du blé..... 129
Walter (M. S.). — Ruptures spontanées et mouvements atypiques des chromosomes méiotiques de l'hybride *Bromus marginatus* × *Bromus psendolaevipus*.

II. — Génétique

Atwood (S. S.), Brewbaker (J. L.). — Incompatibilité chez les Trèfles blancs autotétraploïdes..... 539
Bennett (J. H.). — Les jonctions dans les croisements consanguins.... 539
Breider (H.). — Étude génétique du développement des mutations somatiques chez la vigne..... 130
Davies (W. F.). — Possibilités de croisement de quelques espèces anglaises d'Agrostis 131
Haskell (G.). — L'adaptation et le système de reproduction chez *Senecio vulgaris* L..... 131
Hayman (B. I.) et **Mather (K.)**. — Évolution par autofécondation d'une population où les homozygotes sont défavorisés 131
Hayman (B. I.). — Allogamie imparfaite dans le cas où les homozygotes sont désavantagés..... 132
Stephens (S. G.). — Facteurs modifiant la complexité génétique d'une population à fécondation croisée partielle..... 132

III. — Physiologie

Bateman (A. J.). — Système d'auto-incompatibilité chez les Angiospermes. I. Théorie..... 133
Esser (K.). — Croissance des tubes polliniques et doublement du génome 134

IV. — Écologie

Fiskell (J. G. A.), Raymond (L. C.), Steppler (H. A.), Delong (M. A.). — Quelques observations sur les effets des conditions climatiques sur l'utilisation des superphosphates et de fumier appliqués comme fumure de base à une pâture permanente..... 540

Fox (R. L.), Weaver (J. E.), Lipps (R. C.). — Influence de certaines caractéristiques de profil pédologique sur la répartition des racines de graminées 541

VI. — Statistique

Nelder (J. A.). — Schémas statistiques en Génétique quantitative 134

VII. — Sélection

Bartley (B. G.) et **Weber (C. R.).** — Variation, fluctuation et transmission de caractères agronomiques au cours des générations dans des descendances de croisements de Soja 543
Briggs (F. N.), Allard (R. W.). — État actuel de la méthode des back-cross 541
Johnson (I. J.). — Efficacité de la sélection récurrente pour la faculté de combinaison générale chez le Mélilot 134
Knight (W. E.). — Sélection du trèfle blanc *Ladino* pour la pérennité 541

VIII. — Techniques culturales

Brown (J. M.) et **Rouse (R. D.).** — Action des engrais sur la composition botanique et chimique de mélanges Trèfle blanc — *Paspalum dilatatum* cultivés sur argile de Sumter 542
Jones (P. J.). — Fumure azotée pour cultures de graines de la Fléole S. 48 542
Pendleton (J. W.) et **Dungan (G. H.).** — Effets de différents écartements sur la croissance et le rendement d'avoine et de trèfle violet associés au semis 542
Wynn Parry (D.). — Densités réduites de semis de prairies, à la Ferme Expérimentale de l'Université de Aber 543

CULTURES SPÉCIALES

I. — Céréales

Bjaanes (M.). — Trym 02400, nouvelle variété de blé de printemps pour les basses terres du Opland 135
Brown (A. R.) et **Miller (G. H.).** Étude comparative d'*Helminthosporium sativum* Pam., King et Bakke, et d'*Helminthosporium Victoriae* Meehan et Murphy, sur Avoines 544
Conners (I. L.) et **Skolko (A. J.).** — Actualités sur les caries dans les zones à blés d'automne de l'Ontario 544
Elliot (C. S.), Greenwood (H. N.) et **Reiss (B. C.).** — Semis de blés d'hiver au printemps 135
Finkner (V. C.). — Hérédité de la sensibilité à *Helminthosporium Victoriae* dans des croisements entre Victoria et d'autres variétés d'avoines résistantes à la rouille couronnée 135
Finkner (R. E.), Murphy (H. E.), Atkins (R. E.) et **West (D. W.).** — Réactions variétales et hérédité de la fluorescence chez les avoines. 545
Middleton (G. K.), Coffman (F. A.), Moseman (J. G.) et **Bell (F. J.).** — Teneur en protéines de certaines variétés d'avoine d'hiver 545

Pendleton (**J. W.**). — Effet de la verse sur le rendement et le poids spécifique des avoines de printemps 545
Poole (**D. D.**) et **Murphy** (**H. C.**). — Comportement au champ des variétés d'avoine vis-à-vis du *Septoria* ou brunissure de la tige 136
Valdeyron (**G.**), **Petit** (**A.**) et **Séguela** (**J.**). — L'organisation de la lutte contre le charbon interne du blé par la désinfection des semences basée sur la détection précoce de l'infection 546
Wienhues (**F.**). — Hybridations interspécifiques et intergénériques chez l'orge et le blé 546

II. — Plantes sarclées

Fiddian (**W. E. H.**). — Variétés de betteraves fourragères 137
Fife (**J. M.**) et **Price** (**C.**). — Montée et floraison de betteraves sucrières soumises à une obscurité continue 547
De Jonge (**C.**) et **de Lint** (**M. M.**). — Période d'arrachage et rendement sur les betteraves fourragères 136
Josefsson (**A.**). — Navets tétraploïdes, sélection et essais de la Coopérative Suédoise de Semences 138
Willey (**L. A.**). — Essais comparatifs de rendement de betteraves fourragères et de rutabagas 138

III. — Plantes oléagineuses

Anderson (**G.**) et **Olsson** (**G.**). — Essai de la moutarde brune et de la moutarde noire comme oléagineux 547

V. — Légumineuses fourragères

Akerberg (**E.**). — Nouvelles expériences sur l'utilisation de la luzerne .. 138
Brewbaker (**J. L.**). — Incompatibilité chez *Trifolium repens* L. 4n. I Compétition et autocompatibilité 547
Davis (**A. G.**) et **Cooper** (**M. M.**). — Essai de trèfle blanc 548
Davies (**R. O.**), **Morgan** (**T. B.**) et **Davies** (**W. E.**). — Rendements et composition de la luzerne, de graminées et du trèfle soumis à différents traitements 138
Fry (**P. R.**). — Présence en Nouvelle-Zélande du virus de la mosaïque de la luzerne 139
Gibson (**P. B.**) et **Schultz** (**E. F.**). — Action du milieu sur le nombre de faisceaux vasculaires par pétiole chez le trèfle blanc 548
Hanson (**A. A.**), **Graham** (**J. H.**) et **Kreitlow** (**K. W.**). — Détection de plantes de trèfle blanc *Ladino* résistantes à *Sclerotinia Trifoliorum* 548
Hanson (**A. A.**), **Sprague** (**V. G.**) et **Myers** (**W. M.**). — Évaluation de l'aptitude d'association de treize souches de *Poa pratensis* sélectionnées avec le trèfle blanc 549
Hobbs (**J. A.**). — Restauration de la réserve d'eau du sol après une culture de luzerne 139
Mc Kenzie (**R. E.**), **Heinrichs** (**D. H.**) et **Anderson** (**L. J.**). — Rendements en foin et protéine brute, résistance au froid et à la brûlure bactérienne, de variétés de luzerne 139

Lesins (K.). — Quelques données sur la cytogénétique de la luzerne.... 139
Nordenskiold (M.). — Recherche sur deux vesces tétraploïdes (*V. sativa*) et leur hybride 140
Pedersen (M. W.). — Facteurs du milieu affectant la sécrétion de nectar et le grainage de la luzerne..... 140
Ronningen (T. S.). — Résistance au froid et autres caractéristiques des trèfles blancs *Ladino* et commun..... 549
Smith (D.). — Survie sous une couche de glace, de légumineuses endurcies au froid..... 141
Wallace (A. T.), Hanson (W. D.) et **Decker (P.).** — Fécondation croisée naturelle chez les Lupins bleus et jaunes..... 549
Wang (L. C.), Attae (O. J.) et **Truog (E.).** — Effet du chaulage et des niveaux de fertilité sur la composition chimique et la résistance à l'hiver de la luzerne..... 140

VI. — Graminées fourragères

Crowder (L. V.). — Hybrides interspécifiques et intergénériques de *Festuca* et de *Lolium*..... 141
Davies (W. E.). — Possibilités de croisement de quelques espèces anglaises d'*Agrostis*..... 550
Davies (J.) et **Edwards (G. H. A.).** — Influence de l'azote sur le rendement d'une culture de Dactyle pour la graine..... 550
Evans (G.). — La certification des semences fourragères..... 550
Evans (T. A.). — Exploitation et fumure de cultures de Dactyle et de Fléole, pour la production de graines..... 551
Evans (T. A.). — Effet d'applications d'azote faites à différentes époques sur le rendement en graines de graminées sélectionnées..... 551
Evers (A.) et **Sonneveld (A.).** — Les effets de l'azote en apports précoces ou tardifs sur la production de semences de ray-grass vivace.... 142
Fortmann (H. R.). — Comportement de variétés de Brome inerme (*Bromus inermis* Leyss) subissant différents modes de fertilisation azotée et coupées suivant des modes variables..... 552
Genfeld (L.). — Contribution à la connaissance des cultures assolées de mélanges graminées-légumineuses, dans la région de Manschau. 142
Grafenshafer (E.). — Contribution à la connaissance de la culture du Ray-grass d'Italie dans la basse vallée du Rhin..... 142
Iowert (J.). — Note préliminaire sur le Ray-grass d'Italie S. 22..... 552
Keller (W.). — Besoins en eau de génotypes sélectionnés de Dactyle, *Dactylis glomerata* L..... 143
Kmoch (H. G.). — A propos de l'importance de la formation de racines sur les gazons et de quelques lois qui la régissent..... 143
Pigden (W. J.). — Relations entre les teneurs en lignine, cellulose, protéines, glucides et lipides et le séchage de graminées naturelles.. 144
Wassom (C. E.) et **Kalton (R. R.).** — Dimensions optima des parcelles déterminées par des essais d'uniformité avec le Brome..... 552
Wilsie (C. P.), Ching (C. B.) et **Hawk (V. B.).** — Autofertilité et valeur des descendants chez *Bromus inermis*..... 550

IX. — Plantes horticoles

Howard (H. W.). — Cresson de fontaine vert autotétraploïde..... 144
Howard (H. W.) et **Lyon (A. G.).** — L'dentification et la distribution des espèces britanniques de cresson de fontaine..... 144
Fleming (H. K.). — Essais de variétés de fraisiers dans la province d'Erié, Pennsylvanie..... 144
Walker (J. C.). — Résistance aux maladies chez les plantes légumières 553
Wilson (D. J.) et **Roger (W. S.).** — Essais de brûlage et de fauche de plants de fraisiers après cueillette..... 145

XI. — Divers

Berg (R. T.) et **Mc Elroy (L. W.).** — Action du 2-4-D sur la teneur en nitrates de plantes fourragères et de mauvaises herbes..... 145
Cherewick (W. J.). — Caries et charbons des plantes cultivées au Canada. 553
Myers (H. E.). — Nécessité d'amplifier la recherche pure en Agriculture. 146

TABLES PAR NOMS D'AUTEURS

(Les noms composés en caractères gras rappellent les mémoires originaux)

Akerberg (E.), 138.
Andersson (G.) et Olsson (G.), 547.
Atwood (S. S.) et Brewbaker (J. L.), 539.
Bartley (B. G.) et Weber (C. R.), 543.
Bateman (A. J.), 133.
Bennett (J. H.), 539.
Berg (R. T.), et Mc Elroy (L. W.), 145.
Bjaanes (M.), 135.
Breider (H.), 130.
Brewbaker (J. L.), 547.
Briggs (F. N.) et Allard (R. W.), 541.
Brown (A. R.) et Miller (G. H.), 544.
Brown (J. M.) et Rouse (D. R.), 542.
Cherewick (W. J.), 553.
Conners (I. L.) et Skolko (A. J.), 544.
Coutaud (J.), 51.
Crowder (L. V.), 141.
Davies (W. F.), 131.
Davies (W. E.), 550.
Davis (A. G.) et Cooper (M. M.), 548.
Davies (J.) et Edwards (G. H. A.), 550.
Davies (R. O.), Morgan (T. B.) et Davies (W. E.), 138.
Demarly (Y.), 5.
De Jonge (C.) et De Lint (M. M.), 136.
Ecochard (R.), Gillet (M.) et Trinquand (E.), 307.
Elliot (C. S.), Greenwood (H. N.) et Reiss (B. C.), 135.
Essad (S.), 325.
Esser (K.), 134.
Evans (G.), 550.
Evans (T. A.), 551, 551.
Fiddian (W. E. H.), 137.
Fife (J. M.) et Price (C.), 547.
Finkner (V. C.), 135.
Finkner (R. E.), Murphy (H. C.), Atkins (R. E.) et West (D. W.), 545.
Fiskell (J. G. A.), Raymond (L, C.), Steppler (H. A.) et Delong (M. A.), 540.
Fleming (H. K.), 144.
Fortmann (H. R.), 552.
Fox (R. L.), Weaver (J. E.) et Lipps (R. C.), 541.
Fry (P. R.), 139.
Gendfeld (L.), 142.
Gibson (P. B.) et Schultz (E. F.), 548.
Grafenshafer (E.), 142.
Hanson (A. A.), Graham (J. H.) et Kreitlow (K. W.), 548.
Hanson (A. A.), Sprague (V. G.) et Myers (W. N.), 549.
Haskell (G.), 131.
Hayman (B. I.), 132.
Hayman (B. I.) et Mather (K.), 131.
Hedin (L.), Lefebvre (J. M.) et Kerguelen (M.), 469.
Hedin (L.), Lefebvre (J. M.) et Philippart (Mme), 247.
Hobbs (J. A.), 139.
Howard (H. W.), 144.
Howard (H. W.) et Lyon (A. G.), 144.
Hrishi (S. I.), 129.
Hugues (P.), 385.
Jvins (J. D.), 543.
Jowert (J.), 552.

JOHNSON (I. J.), 134.
JONES (P. J.), 542.
JOSEFSSON (A.), 138.
KELLER (W.), 143.
Kerguelen (M.), 33.
Killian (C.), 505.
KNIGHT (W. E.), 541.
KMOCH (H. G.), 143.
LESINS (K.), 139.
Linder (R.), 197.
MC KENZIE (R. E.), HENRICHS (D. H.) et ANDERSON (L. J.), 139.
Madec (P.) et Perennec (P.), 449.
Margara (J.), 147.
Margara (J.) et Touvin (H.), 529.
MATHER (K.), 539.
Meneret (G.), Bonnat (Mme M.) et Guislet (J.), 209.
MIDDLETON (G. K.), COFFMAN (F. A.), MOSEMAN (J. B.) et BELL (F. J.), 345.
MYERS (H. E.), 146.
NELDER (J. A.), 134.
NORDENSKIOLD (H.), 140.
PEDERSEN (M. W.), 140.
PENDLETON (J. W.), 545.
PENDLETON (J. W.) et DUNGAN (G. H.), 542.
PIGDEN (W. J.), 144.
POOLE (D. D.) et MURPHY (H. C.), 136.
Rives (M.), 21.
RONNINGEN (T. S.), 549.
Salvat (B.), 375.
STEPHENS (S. G.), 132.
SMITH (D.), 141.
STEINITZ-SEARS (L. M.) et SEARS (E. R.), 129.
VALDEYRON (G.), PETIT (A.) et SEGUELA (J.), 546.
Vincent (A.), Pochard (E.) et Gignoux (J.), 353.
WALLACE (A. T.), HANSON (W. D.) et DECKER (P.), 549.
WALKER (J. C.), 553.
WALTER (M. S.), 130.
WANG (L. C.), ATTAE (O. J.) et TRUOG (E.), 140.
WASSOM (C. E.) et KALTON (R. R.), 552.
WIENHUES (F.), 546.
WILLEY (L. A.), 138.
WILSIE (C. P.), CHING (C. B.) et HAWK (V. B.), 550.
WILSON (D. J.) et ROGER (W. S.), 145.
WYNN PARRY (D.), 543.

Le Directeur-Gérant : B. LACLAVIÈRE.

Imprimerie BUSSIÈRE à Saint-Amand (Cher), France. — 20-4-1955.
Dépôt légal : 2e trimestre 1955 *N° d'impression : 733*